

2. ボーリング柱状図作成

ボーリング柱状図作成要領(案)

解 説 書
(改 訂 版)

ボーリング柱状図作成については、以下の要領（案）によるものとする。

ボーリング柱状図作成要領（案）

【監修】 建設大臣官房技術調査室

【発行】 (財)日本建設情報総合センター [J A C I C]

まえがき

今日、ボーリング調査は、土木分野における地盤調査の代表的な方法の一つとなっている。しかしながら、従来ボーリング調査の最も重要な成果品である柱状図は、いろいろな様式が使用され記載事項、内容とも統一されていず、同一調査箇所内あるいは箇所間で総合解析を行い、地盤の評価を行うとき不都合を生じることが多かった。また、最近の高度情報化社会の発展にともない、地盤等に関する建設情報のデータベース化とその高度利用が望まれるところである、このようなことから、調査情報を統一的な形で入手し整理することは極めて有意義であると考えらる。

以上の点をふまえ、建設省では、建設省、北海道開発局、沖縄総合事務局ならびに関係公団の地質調査関係技術者からなる「地質担当者会議」^{1), 2), 3)}において、土木研究所を中心に策定作業を行い、統一的なボーリング柱状図様式を作成し、記入要領ならびにボーリングコア取扱い、保管法とも合わせて「ボーリング柱状図作成要領(案)⁴⁾」を定めた。

この度刊行することにした「ボーリング柱状図作成要領(案)解説書」は、各現場においてボーリング調査の実務に携る技術者に対する「ボーリング柱状図作成要領(案)」の解説書であり、本書が地盤調査の合理化と技術向上の一助となれば幸いである。

なお、本書の発行に当っては、日本建設情報総合センターの多大の御協力を得た。ここに深甚なる謝意を表する次第である。

昭和61年11月
建設大臣官房技術審議官
上條 俊一郎

ボーリング柱状図作成要領（案）解説

目 次

I. 総 説	IV-2-13
II. 岩盤ボーリング柱状図	IV-2-14
1. 調査名	IV-2-14
2. 事業・工事名	IV-2-14
3. ボーリングNo.	IV-2-14
4. ボーリング名	IV-2-14
5. 調査位置、緯度・経度	IV-2-14
6. 発注機関	IV-2-15
7. 調査期間	IV-2-15
8. 調査業者名等	IV-2-15
9. 孔口標高	IV-2-15
10. 総掘進長	IV-2-15
11. 角 度	IV-2-15
12. 方 向	IV-2-16
13. 地盤勾配	IV-2-16
14. 使用機種	IV-2-16
15. 標 尺	IV-2-16
16. 標 高	IV-2-16
17. 深 度	IV-2-16
18. 柱状図	IV-2-19
19. 岩種区分	IV-2-19
20. 色 調	IV-2-19
21. 硬 軟	IV-2-23
22. コアの形状	IV-2-24
23. 割れ目の状態	IV-2-25
24. 風化の程度	IV-2-27
25. 変 質	IV-2-28
26. 記 事	IV-2-29

27. コア採取率、最大コア長、RQD	IV-2-30
28. 岩級区分	IV-2-32
29. 空欄	IV-2-37
30. 孔内水位	IV-2-37
31. () 試験	IV-2-37
32. 原位置試験	IV-2-38
33. 室内試験	IV-2-38
34. 掘進月日	IV-2-38
35. 掘進速度	IV-2-38
36. 孔径、孔壁保護	IV-2-38
37. コアチューブ、ビット	IV-2-38
38. 給圧	IV-2-38
39. 回転数	IV-2-38
40. 送水圧	IV-2-38
41. 送水量	IV-2-38
42. 排水量	IV-2-38
Ⅲ. 土質ボーリング柱状図	IV-2-41
1. 調査名	IV-2-41
2. 事業・工事名	IV-2-41
3. ボーリングNo.	IV-2-41
4. ボーリング名	IV-2-41
5. 調査位置、緯度・経度	IV-2-41
6. 発注機関	IV-2-41
7. 調査期間	IV-2-42
8. 調査業者名等	IV-2-42
9. 孔口標高	IV-2-42
10. 総掘進長	IV-2-42
11. 角度	IV-2-42
12. 方向	IV-2-43
13. 地盤勾配	IV-2-43
14. 使用機種	IV-2-43
15. 標尺	IV-2-43

16. 標高	IV-2-43
17. 深度	IV-2-43
18. 層厚	IV-2-43
19. 柱状図、土質区分	IV-2-43
20. 色調	IV-2-48
21. 相対密度、相対稠度	IV-2-52
22. 記事	IV-2-52
23. 空欄	IV-2-53
24. 孔内水位	IV-2-53
25. 標準貫入試験	IV-2-53
26. 原位置試験	IV-2-53
27. 試料採取	IV-2-53
28. 室内試験	IV-2-53
29. 掘進月日	IV-2-53
IV. コアの手扱、保管	IV-2-56
1. コア箱	IV-2-56
2. コア採取とコアの収納	IV-2-57
3. コア写真	IV-2-57
4. コアの保管	IV-2-57
V. ボーリングコアの見方	IV-2-60
1. コアの観察	IV-2-60
2. コアの見方と評価についての問題と展望	IV-2-72
3. まとめ	IV-2-77
VI. 参考文献	IV-2-79

I. 総 説

ボーリング調査の方法は、地盤の性質と構造物等の工種・工法によって異なるが、柱状図様式は、一般的に行われているように岩盤用と土質用との2つに分けて作成することにした。もちろん、ここに示した柱状図様式は、標準的なものであり、特殊な試験・調査の場合には、目的に合致した柱状図を別途作成する必要がある。

柱状図の様式・内容は、紙面の大きさからの制約があるので、既存の柱状図を参考に、必要最低限の情報をもれなく整理した形で記入できるようにしている。ボーリング調査実務担当者は、調査目的等にうまく適合するように、記入項目、内容等を発注者と十分に打合せた上で記入し、柱状図を完成させる必要がある。

ボーリング柱状図を作成する場合でも、調査の目的によってその観察や記載の対象が異なることは当然のことであり、例えば地すべりのすべり面やすべり土塊を知るためのボーリングとダムサイトの地質条件を解明するためのボーリングとでは、着目点やその記載内容、項目は別のものとなるから、いたずらに柱状図の様式にとらわれることなく、真に調査に必要不可欠な情報を落ちなく表示することに努めなければならない。柱状図を正しく作成することは単に様式を埋めることではない。

また、ここではもう1つの重要な情報源であるボーリングコアの取り扱い、保管をする上での、採取時のコア処理、コア収納箱の大きさ等についても合わせて記している。さらに、ボーリング柱状図作成におけるコアの見方についてもふれているので、記入に当たって参考にするとよい。

柱状図を利用するに当たって留意すべきことは、柱状図には、地盤に関する全ての情報が記入されているものではないことである。したがって、地盤調査技術者による地盤解析においては、ボーリングコアの観察を含め、他の資料と合わせて総合的に行う必要があるのは言うまでもない。

II. 岩盤ボーリング柱状図

主として岩盤に対して行われるボーリング調査において作成する柱状図は、図2. 1に示すものを標準とし、その記入要領は次による。

1. 調査名

調査名を発注業務名にそって記入する。

記入例1. 昭和61年度〇〇地区地すべり調査業務

〃 2. 昭和61年度〇〇ダム地質調査業務

2. 事業・工事名

事業・工事名等を例えば〇〇地区地すべり防止工事、〇〇川水系〇〇ダム基礎岩盤調査のように記入する。

発注業務名からだけでは、調査対象、目的等が調査当事者以外に不明であることが多いので、事業名、工事名等を記入することとした。

3. ボーリングNo.

ボーリングNo.は、地盤情報についてのデータベースを作成し、それに入れる場合には、地質調査資料整理要領(案)⁵⁾または、その解説書⁶⁾に従って記入するものであり、特に指示のない限り柱状図作成時に記入の必要はない。

4. ボーリング名

ボーリング名は発注ボーリング名として次のように定めるので、それを記入する。「発注ボーリング名は調査現場における一連番号等によって系統的に、例えば下記のようにする。

例)

B-1, B-2……; BR-1, BR-2……、BL-1, BL-2……

既に調査実績のある現場については、それまでの記名方法に従う。」

5. 調査位置、緯度・経度

調査位置については、調査現場の地名について都道府県、郡、市町村、地区名、番地を記入する。

緯度・経度については国土地理院1/25000地形図より、孔口の緯度・経度を1秒単位まで求め記入する。

国土基本図、その他の大縮尺地形図等があればそれをもとに1/10秒単位まで記入する。なお、1秒は1/25000地形図上では約1mmの長さとなるが緯度によって異なるので地点ごとに求める。

6. 発注機関

発注機関は、建設省〇〇地方建設局〇〇〇工事事務所〇〇〇課〇〇係
〇〇〇公団〇〇支社〇〇〇建設所〇〇〇課〇〇係

の例のように記入する。

7. 調査期間

調査期間は、調査業務の開始から終了までの期日を記入する。

8. 調査業者名等

調査業者名、主任技師、現場代理人、コア鑑定者、ボーリング責任者を
必要項目について記入する。

9. 孔口標高

孔口標高を測量結果にもとづきT.P.あるいは工事基準面（A.P.,K.P.,
O.P.など）で1/100m単位まで記入する。

10. 総掘進長

総掘進長は、調査対象となるボーリング区間長を1/100m単位まで記
入する。

11. 角 度

角度は、鉛直線となす角度を図2. 2の例によって記入する。

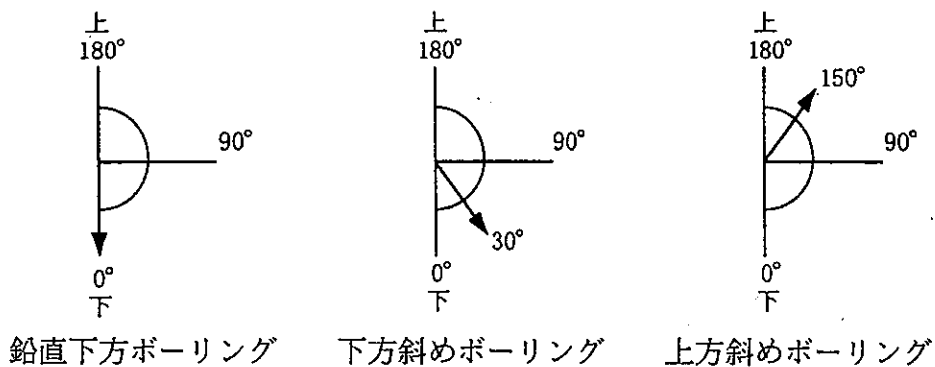


図2. 2 ボーリングの角度の表示例

なお角度は孔口における掘進角度を記入し、穴曲り計測を行ったときは、
その結果を原位置試験の欄に記入する。

12. 方 向

方向については、斜めボーリングのとき記入し、掘進の方向を真北より右回り360°方位法で図2.3の例のように示す。なお、方向は孔口における掘進方向を記入し、穴曲り計測を行ったときは、

11. と同様とする。

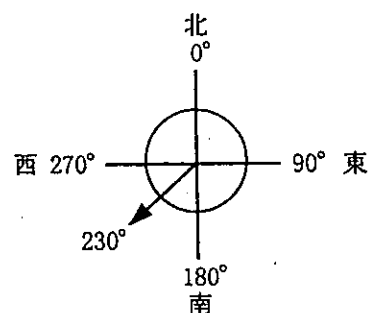


図2.3 ボーリングの方向の表示例

13. 地盤勾配

地盤勾配は、下方ボーリングのみについて、孔口を中心に斜面上下方向各々5m程度の範囲の平均勾配を図2.4の例のように記入する。地盤勾配は、作業能率、穴曲り等に影響するので、掘進の記録として残すものである。

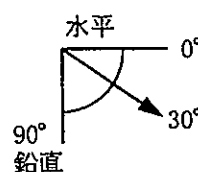


図2.4 地盤勾配の表示例

14. 使用機種

使用機種については、試錐機、エンジン、ポンプのメーカー名、型式番号、能力について記入する。

15. 標 尺

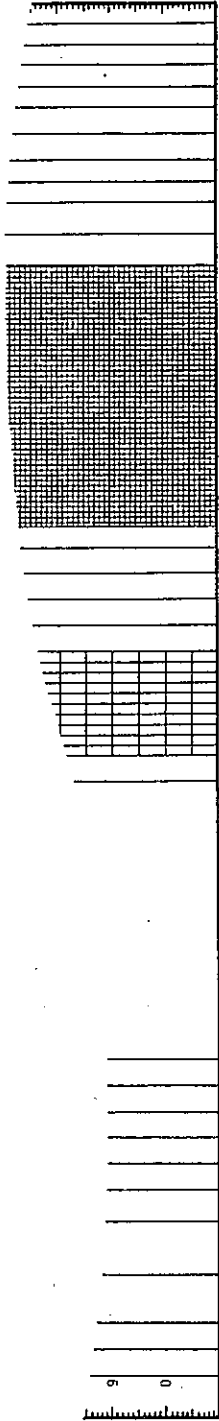
標尺は、孔口を起点に、1m毎に記入する。追掘についても孔口を起点とする。縮尺は1/100を原則とする。

16. 標 高

標高については、19. 岩種区分および22. コア形状区分の境界毎にその標高を記入する。斜めボーリングについても標高を求め記入する。

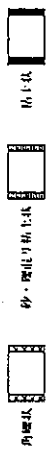
17. 深 度

深度については、19. 岩種区分および22. コア形状区分の境界毎にその孔口からの距離をもとに記入する。



く凡例> 柱状図および岩種区分 風化区分表 実質区分表

断面、破砕帯、実質帯



コア実状区分判定表

記号	実状区分
A	硬質、ハンマーで容易に割れない。
B	硬、ハンマーで容易に割れる。
C	中硬、ハンマーで容易に割れる。
D	軟、ハンマーでボロボロに砕ける。
E	極軟、マサネ、粘土状。

コア割れ目状判定表

記号	割れ目状区分
a	密着している、あるいは分離しているが割れ目沿いの風化・変質は認められない。
b	割れ目沿いの風化・変質は認められるが、岩片はほとんど風化・変質していない。
c	割れ目沿いの岩片に風化・変質が認められ軟弱となっている。
d	割れ目として認識できない角礫状、砂状、粘土状コア。

備考

コア形状区分判定表

記号	模式図	コア形状
I		長さが50cm以上の棒状コア。
II		長さが50~15cmの棒状コア。
III		長さが15~5cmの棒状一片状コア。
IV		長さが5cm以下の棒状一片状コアでかつコアの外周の一部が認められるもの。
V		主として角礫状のもの。
VI		主として粘土状のもの。
VII		主として砂状のもの。
VIII		コアの採取ができていないもの、スライムもきむ。(記号順に理由を書く)

岩種区分基準表

岩盤調査用ボーリング柱状図様式

図2. 1(b) 岩盤ボーリング柱状図様式

18. 柱状図

柱状図には、19. 岩種区分に従って、図2. 5を参考に図模様で記入する。ボーリング柱状図末尾に、区分した岩種、図模様の凡例を付ける。凡例には、岩種のほか地質時代、地層名等を併記するとよい。なお柱状図には、図2. 8, 2. 9のように、岩種記号(Gr, Ss等)を付けておくと、特に類似の図模様の場合間違えて見ることがなく、便利である。また図模様、記号共に、地質図がある場合はその記号、図模様と同じにしておくと便利である。

図模様は、一般に岩石や地層の組織構造に似るように作成するが、火成岩類には孤立し角張った記号を、堆積岩類には規則的な線または点を、変成岩類には波線を用いることが多い。

19. 岩種区分

岩種区分は、表2. 1を参考にできるだけ簡素に付ける。なお、土質状の風化物および堆積物については、その土質を、土質ボーリング柱状図における19. 柱状図、土質区分に従って、記事の欄に記入するものとする。

岩石の命名は、発注者(特に土木技術者等)に理解して貰うことが大切なので、岩石学的記載名よりある程度ポピュラーな馴染みの多いフィールドネームを用いるのがよい。

岩石の鑑定には、文献^{9), 10), 11)}等を参考にするとよい。

20. 色調

色調は、明るい自然光の中で、湿潤状態で観察する。表現に用いる色は「黒、褐、赤、橙、黄、緑、青、紫、灰、白」を基本色とし、基本色以外は基本色の組合せ(原則として2色)とする。基本色の組合せは主色の前に従色を冠する(例: 青緑色…青-従色、緑-主色)。また、必要に応じて「濃」および「淡」の形容詞をつけるとともに、黒味を帯びる時は「暗」の形容詞を付ける。従色が特に微弱な時は「帯」の形容詞を付ける。礫岩など雑多な色を呈する時は、何色と何色の「雑色」、色が入り混じっている時は何色と何色の「斑色」とする。

このほか、赤白色は桃色、褐色は茶色等慣用的な表現を用いたときが適切なときには、それらを用いてもよいこととする。

火 成 岩	花崗岩Gr, 石英閃綠岩Qd, 花崗閃綠岩Gd		石英斑岩Qp, 花崗斑岩Gp, ひん岩Po, 輝綠岩Db などの半深成岩	
	風化花陶岩 (マサ) WG			
	閃綠岩Di, はんれい岩Ga			
	かんらん岩Pd, 蛇紋岩Sp		流紋岩Ry, 石英粗面岩Lp, 石英安山岩Da, 安山岩An, 玄武岩Ba, 粗粒玄武岩Do などの火山岩	
堆 積 岩	凝灰岩Tf, 輝綠凝灰岩DTf			
	石灰岩Ls			
	泥岩Ms, 頁岩Sh, シルト岩Sl, 粘板岩Slなど			
	砂岩Ss, 硬砂岩Gw, 礫岩Cgなど			
	砂岩, 泥岩, 頁岩, 粘板岩などの互層Al			
変 成 岩	結晶片岩Sch, 石英片岩QSch, 砂質片岩PSch, 黒色片岩BSch, 緑色片岩GSch, 千枚岩Phy, 片麻岩Gn, ホルンフェルスHrなど			 ※
			※点模様は局所的な熱変成を示す。	
堆 積 物	表土および崖錐堆積物Tl		粘土Cl, 砂S, 砂礫Gl, 段丘堆積物Tr など	
	火山灰As			
断破変 層碎質 帯等	角礫状	砂・礫混り粘土状	粘土状	

(主にダムの地質調査⁷⁾ 参考)

図 2. 5 ボーリング柱状図に用いる図模様および記号の例

表 2. 1(a) 岩石の分類の例 (火成岩)

(a) 火成岩の分類

造岩鉱物の組合せ (%) など	25	石英	斜長石 → (Caに富む)	
	50	正長石	(Naに富む) ←	
	75	黒雲母	角せん石	輝石
	100	その他		かんらん石
色調 など		白っぽい ←	灰, 黄, 褐, 緑, 青, 紫	→ 黒っぽい
		2.6 (軽い) ←	(比重)	→ (重い) 3.2
		多	66% (無色鉱物の量)	52% → 少ない
造岩鉱物の組織		酸性岩	中性岩	塩基性岩
斑状組織 ↔ 等粒状組織	火山岩	流紋岩 (石英粗面岩)	安山岩	玄武岩
	半深成岩	石英斑岩	ひん岩	粗粒玄武岩
	深成岩	花崗岩	せん緑岩	はんれい岩

上表の岩石のほかに、次の火成岩が一般に知られている。

蛇紋岩	超塩基性深成岩でかんらん岩やはんれい岩に随伴していることが多い。緑～暗緑色を呈し、やや軟質で脂肪光沢がある。
かんらん岩	超塩基性深成岩で暗緑～黒緑色を呈し、顕晶質である。変質して、黒白の斑点を生じていることがある。
黒燧岩	流紋岩の一種で、全体が無結晶質(ガラス質)である。灰黒～暗黒色を呈し、貝殻状の断面を有する。
変朽安山居 (プロピライト)	安山岩が熱水作用を受けて変質した岩石で、通常暗緑～淡緑色を呈し、黄鉄鉱の結晶が散在することが多い。
ペグマタイト	花崗岩類中に岩脈をなして産する。白～淡色を呈し、完結質で、大きな結晶の集合からなることが多い。
アプライト	花崗岩類中に岩脈をなして産する。白～淡色を呈し、完結質で、微小な結晶の集合からなることが多い。

表 2. 1 (b)(c) 岩名の分類の例 (堆積岩, 変成岩)

(b) 堆積岩の分類

		運搬方法および構成物質など	固結程度		固結しているもの	固結していないもの	固結度の高いもの
			物質の大きさ	固結していないもの			
機械的堆積岩	水成碎屑岩	水によって運搬堆積された岩石で、構成材料の粒子の大きさと固結程度によって分類される。	細	粒	粘土, シルト	泥岩, シルト岩, 頁岩	粘板岩
			中	粒	砂	砂岩, アルコーズ砂岩	硬砂岩
			粗	粒	礫, 角礫	礫岩, 角礫岩	
	風成岩	風によって運搬堆積された岩石で、ローム質のものと砂質のものがある。	細	粒	ローム		
			中	粒	砂質風成層		
	火山碎屑岩	火山爆発に際して噴出した大小種々の岩片が堆積してできた岩石で、堆積岩と火成岩の中間的なものである。凝灰岩はその代表的岩石である。	組織	凝結程度	凝結していないもの	凝結しているもの	
粒子小さく一様で均質 (径4mm以下) 細礫混じり斑点状 大礫, 岩塊を含む (径32mm以上)				火山灰 火山灰, 火山礫, 軽石 火山灰, 火山礫, 火山岩塊	凝灰岩, 輝緑凝灰岩 火山礫凝灰岩, 軽石凝灰岩, 熔結凝灰岩 凝灰角礫岩, 火山角礫岩		
化学的・有機的堆積岩	化学的堆積岩	物質が溶解状態ないしはコロイド状態で、水によって運ばれ沈澱した岩石。	主成分				
			炭酸塩	石灰岩, ドロマイト			
			珪質 (SiO ₂)	チャート			
	塩類	石こう, 岩塩					
有機的堆積岩	生物の遺骸が堆積してできた岩石。	石灰質 珪質	石灰岩 珪藻土 泥炭, 石炭				

(c) 変成岩の分類

岩石名	岩石の組織・構造	原岩	主な変成鉱物
熱変成岩	泥質ホルンフェルス	ち密で硬く、斑点状に変成鉱物を含むものがある	泥岩 黒雲母 白雲母 紅柱石 きん青石 長石
	結晶質石灰岩	方解石がモザイク状に組み合わさっている	石灰岩 方解石 けい灰石
	珪質ホルンフェルス	石英がモザイク状に組み合わさっている	砂岩チャート 石英 雲母
広域変成岩	千板岩	片状で、一方向にはげやすい	泥岩 石墨 絹雲母
	結晶片岩	片状で、造岩鉱物の配列に方向性がある	火成岩堆積岩 緑泥石 らん晶石 緑れん石 らんせん石 絹雲母 十字石 ざくろ石 ひすい
	片麻岩	しま状で、白黒の部分が並ぶがはげにくい 眼球状の模様をなすことがある	
その他	圧砕岩 (ミロナイト)	微細に破砕されているが再固結している	火成岩堆積岩 変成岩

(主にボーリングポケットブック参照)

21. 硬 軟

硬軟については、それぞれのコア性状の代表部分についてのハンマー打撃によって岩片の硬軟を判定するもので、表 2. 2 をもとに判定し、記号で記入する。

表 2. 2 コア硬軟区分判定表

記号	硬 軟 区 分
A	極硬, ハンマーで容易に割れない。
B	硬, ハンマーで金属音。
C	中硬, ハンマーで容易に割れる。
D	軟, ハンマーでボロボロに砕ける。
E	極軟, マサ状, 粘土状。

花崗岩についてはコアの硬軟とボーリングビットおよび掘進速度との関係をみた例に表 2. 3 のようなものがある。

表 2. 3 コア硬軟区分例 (花崗岩)

A	極 硬	ハンマーで叩くと金属音, DBで 2 cm/min以下
B	硬	ハンマーで軽い金属音, DBで 2 ~ 4 cm/min以下
C	中 硬	ハンマーで叩くと濁音, 容易に割れる。DBで 3 cm/min以上
D	軟	脆弱で指で割れ潰れる。MCで掘進可
E	極 軟	粉体になりやすい。MCで無水掘可

DB; ダイヤモンドビット MC; メタルクラウン

また、コアの硬軟と強度との関係については、表 2. 4 のようなものがある。

表 2. 4 一軸圧縮強度による区分例

(a) Bieniawski (1974) による区分¹²⁾

表 現	一軸圧縮強度 (MPa)	点載荷強度 (MPa)
非常に強い (very high)	> 200	> 8
強 い (high)	100 ~ 200	4 ~ 8
普 通 (medium)	50 ~ 100	2 ~ 4
弱 い (low)	25 ~ 50	1 ~ 2
非常に弱い (very low)	1 ~ 25	< 1

(b) I.A.E.G.による区分¹³⁾

弱	い (weak)	1.5~ 15MPa	NB1
中	程度 (moderately strong)	15 ~ 50	NB2
強	い (strong)	50 ~120	
	非常に強い (very strong)	120 ~230	
	特に強い (extremely strong)	230以上	

NB1 : 1.5MPa以下のものは硬質土として扱う。

NB2 : 50MPa以下を軟岩, 以上を硬岩とする。

1MPa≒10kgf/cm²

23. コアの形状

コア形状については、主に割れ目頻度を表現するもので、表2. 5の判定表によって区分し、記号で記入する。

表2. 5 コア形状区分判定表

記号	模式図	コア形状
I		長さ50cm以上の棒状コア。
II		長さが50~15cmの棒状コア。
III		長さが15~5cmの棒状~片状コア。
IV		長さが5cm以下の棒状~片状コアでかつコアの外周の一部が認められるもの。
V		主として角礫状のもの。
VI		主として砂状のもの。
VII		主として粘土状のもの。
VIII		コアの採取ができないもの。スライムも含む。(記事欄に理由を書く)

コアの長さや形状は、岩盤の割れ目の状態を表わすものであり、花崗岩では表2. 6のような例がある。

表2. 6 コアの形状区分の例 (花崗岩)

区分	コア形状	コア長 (cm)	摘要
I	棒状	50cm以上	
II	長柱状	15~50	
III	短柱状	5~15	ほとんどが円形のコア
IV	岩片状	5cm以下	不円形コアが多い
V	れき状		コア形を残す
VI	砂状		岩形, コア形なし

表2. 5のVIIの主として粘土状のものは、花崗岩では通常みられない。

23. 割れ目の状態

割れ目の状態については、表 2. 7 の判定表によって区分し、記号で記入する。

表 2. 7 コア割れ目状態判定表

記号	割れ目状態区分
a	密着している，あるいは分離しているが割れ目沿いの風化・変質は認められない。
b	割れ目沿いの風化・変質は認められるが，岩片はほとんど風化・変質していない。
c	割れ目沿いの岩片に風化・変質が認められ軟質となっている。
d	割れ目として認識できない角礫状，砂状，粘土状コア。

岩盤中の割れ目の状態は、割れ目の間隙幅とその間の充填物、割れ目の粗さ（凹凸）および割れ目沿いの風化の状態を表わされる。I.S.R.M.（国際岩の力学連合会）では、岩盤中の割れ目の間隙幅を表 2. 8 のような用語を用いて記載している。

表 2. 8 割れ目の間隙幅の表示法の例¹⁴⁾

間隙	表示
<0.1mm 0.1~0.25mm 0.25~0.5mm	非常にしっかりと しっかりとした 一部開いた } 密着状の
0.5~2.5mm 2.5~10mm >10mm	開いた やや広く開いた 広く開いた } すきま状の
1~10cm 10~100cm >1m	非常に広い 極端に広い 洞穴状の } 開口状の

しかし、ボーリングコアの場合は間隙幅が計れないことが多いので、コア箱に収納した状態で、密着あるいは緩い状態かを判断する。特に、緩い場合でオープクラックが考えられる場合にはその旨記事の欄に記入する。

割れ目の充填物は掘進時に流されることが多いが、採取された場合あるいは割れ目に付着している場合は、粒子の大きさ、粒径、鉱物学的特性等を観察する。その結果は記事欄に記入する。

割れ目の粗さは、表 2. 9、図 2. 6 を参考に判断する。

また割れ目沿いの風化状態を判定し、風化の程度によって区分する。風化の程度は 24 を参照のこと。特に割れ目面が茶褐色～赤褐色になっている

か否かに注意する。

表 2. 9 不連続面の粗さ¹⁴⁾

	カテゴリー
粗い(又は不規則), 階段状	I
平滑, "	II
鏡肌, "	III
粗い(又は不規則), 波状	IV
平滑, "	V
鏡肌, "	VI
粗い(又は不規則), 平坦	VII
平滑, "	VIII
鏡肌, "	IX

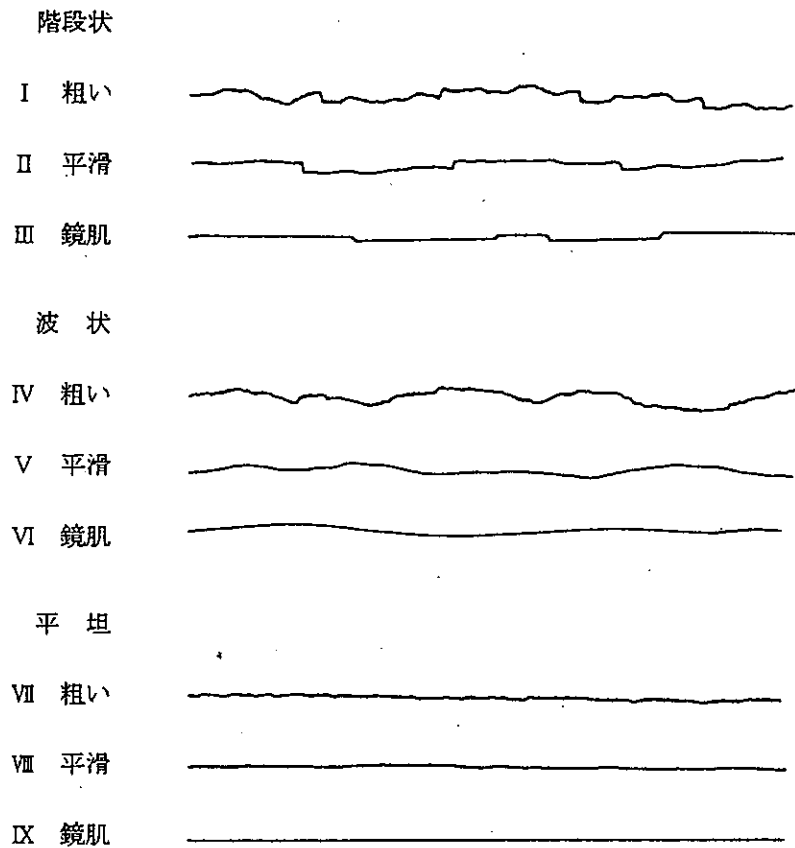


図 2. 6 不連続面の粗さのカテゴリーの代表的断面¹⁴⁾

24. 風化の程度

風化については、岩種、風化時の環境条件によって風化状況が異なり一律に区分することができないので、現場状況に応じて表2. 10の例のような区分表を作成して、区分記号を柱状図に記入する。区分基準に用いた区分表は、柱状図の末尾に付けておく。

表2. 10 コア風化区分表（花崗岩の例）

記号	風 化 の 程 度
α	非常に新鮮である。造岩鉱物の変質はまったくない。
β	新鮮である。有色鉱物の周辺に赤褐色化がある。長石の変質はない。
γ	弱風化している。有色鉱物の酸化汚染がある。長石の部分的な変質（白色化）がある。
δ	風化している。有色鉱物が黄金色あるいは周辺が褐色粘土化している。長石の大部分が変質している。
ϵ	強風化している。石英および一部の長石を除きほとんど変質し原岩組織は失われている。

表2. 10に示した花崗岩以外の岩石もこのように岩石の組織の分解度と化学的風化による変色が目安となる。火山岩は風化すると有色鉱物が酸化し全体に黄褐色を帯びるようになり、全体に色が鈍くなってくる。火山岩の風化の区分としては、表2. 11が目安となる。

表2. 11 火山岩の風化区分

α	非常に新鮮である。造岩鉱物の変質は全くない。
β	新鮮である。長石の変質はないが、有色鉱物の周辺に赤褐色化がある。
γ	弱風化している。有色鉱物の周辺が濁っており、やや黄色を帯びている。長石は一部白濁している。鉱物の一部が溶脱している。
δ	風化している。長石は変質し白色となっている。有色鉱物が褐色粘土化している。黄褐色化が著しい。
ϵ	強風化している。原岩組織が失われている。

泥岩、頁岩、粘板岩、黒色片岩では次のようなものが参考になろう。

表2. 12 泥質岩の風化区分

α	非常に新鮮である。
β	新鮮である。層理面、片理面にそって僅かに変色があり割れやすい。
γ	弱風化している。層理面、片理面にそって風化している。
δ	風化している。岩芯まで風化している。ハンマーで簡単に崩せる。
ϵ	強風化している。黄褐色化し、指先で簡単に壊すことができる。

表2. 10～2. 12における新鮮～強風化に対応する造岩鉱物の風化による変質の割合として、次表が目安となる。

表2. 13 風化による鉱物の変質の割合の目安

	変質の程度(%)
新鮮	0
わずかに	0～10
中程度に	10～35
非常に	35～75
著しく	75以上

またI.A.E.G. (国際地質工学会) では、表2. 14のように岩盤の風化の区分は変色も記すことによって表現するようにしているので風化区分基準作成に当たっての参考にするとい。

表2. 14 I.A.E.G.における風化区分基準¹³⁾

	内 容	程度	参考
新鮮な	岩石の風化は見られない。主な不連続面が僅かに変色していることがある。	I	α β
やや風化した	岩石と不連続面に風化を示す変色がある。	II	γ
中程度に風化した	岩石の35%以下が分解し、及び(あるいは)土になっている。新鮮あるいは変色した岩石は連続した骨格あるいは芯として存在する。	III	δ
非常に風化した	岩石の35%以上が分解し、及び(あるいは)土になっている。新鮮あるいは変色した岩石は連続した骨格あるいは芯として存在する。	IV	ϵ
極めて風化した	すべての岩石が分解し、及び(あるいは)土になっている。もともとの岩盤の構造はほとんど損なわれている。	V	
残留土	すべての岩石は土に変化している。岩盤の構造と岩石の組織は破壊されている。大きな体積変化が起きているが、土ははっきりと移動しているわけではない。	VI	-

* 表2. 10～2. 12とのおおよその対応を示す。

25. 変質

変質については、変質が認められる場合に記入するものとするが、変質を被った岩種、変質作用の種類によって、変質状況が著しく異なることが多く一律に区分することはむずかしいので、現場状況に応じて表2. 15の例のような区分表を作成して、区分記号を柱状図に記入する。区分基準に用いた区分表は、柱状図の末尾に付けておく。

表 2. 15 変質区分表の例

記号	変質区分	変質状況
1	非変質	肉眼的に変質鉱物の存在が認められないもの。
2	弱変質	原岩組織を完全に残し、変質程度（脱色）が低いもの。あるいは非変質部の割合が高いもの（肉眼で50%以上）。
3	中変質	肉眼で変質が進んでいると判定できるが、原岩組織を明らかに残し、原岩判定が容易なもの。または非変質部を残すものおよび網状変質部。
4	強変質	構成鉱物、岩片等が変質鉱物で完全置換され、原岩組織を全く～殆ど残さないもの。

変質によってモンモリロナイトが生成されている場合は、モンモリロナイトの含有の程度をメチレンブルーによる変色度によっても区分することができ、その例は表 2. 16の通りである。

表 2. 16 モンモリロナイトを含んだ変質岩のメチレンブルーによる区分例

1	全く変色しない。
2	斑点状に淡青色を呈する。
3	全体に青色を呈する。
4	濃青色を呈する。

26. 記事

記事には次のようなものを深度を示して記入するが、ボーリングの目的に応じて適切な観察を行ない、記事を記入することが肝要である。

① 地盤、岩盤の成因的区分を記入する。

土質の場合には表土、崖錐堆積物、河床砂礫、旧河床砂礫、段丘堆積物、泥流堆積物、〇〇火山噴出物等の成因的区分を記入し、かつ土質ボーリング柱状図の19によって土質区分名を記入する。

岩の場合には、地層の地質時代、地層名、岩種等を記入する。

② コア岩石の粒度組成（等粒状、斑状）、粒子の形状（等方体状、扁平状、柱状、針状、不規則）、粒子の円磨度（角、亜角、亜円、円）等について記入する。

③ コア岩石の級化層理やラミナ等の堆積構造、流理構造等について記入する。

④ 層理、片理、へき開、節理等の割れ目については、割れ目の種類、見掛けの傾斜、頻度、粗さ（凹凸）、挟雑物の種類、開き（間隙幅）の程

度、割れ目面の色（特に水が通ったか否か）、割れ目面のすべり（スリッケンサイド、条線、鏡肌等）の有無等について記入する。

- ⑤ 岩盤中に白色細脈等があれば、細脈の種類（石英脈、沸石脈、方解石脈等）を、捕獲岩や巨れきが存在する場合はその岩種を書く。

変質脈が存在する場合は色、土質・岩質、変質鉱物の種類、変質度等を記入する。

- ⑥ 断層破碎帯の場合には、破碎の程度（破碎物の粒度）、透水性状等を記入する。

- ⑦ 空隙の状態（割れ目状、洞状等）、規模、分布頻度等について記入する。

- ⑧ 地すべり粘土があれば、厚さその性状（粒度、含水状態、鏡肌）等について記入する。

- ⑨ その他柱状図、岩種区分、色調、硬軟、コア形状等の欄に表現できないものについて記入し、また急激な逸水、湧水、空洞およびコア採取不可能等の掘進作業における特記事項について記入する。

27. コア採取率、最大コア長、RQD

コア採取率はサンプラー引き上げ毎、最大コア長、RQDは1 m区間の値をグラフに示し、数値を併記する。

個々のコアの長さはコアの中心線上で測定する。

コア採取率は、掘削水の種類、給圧、回転数、特に岩盤ボーリングの場合のサンプラーの種類によって異なるが、近年ダブルコアチューブの内側に薄いビニール製の筒を装着することによってコア詰まりをなくすことにより大幅なコア採取率の上昇が認められるようになって来た。したがって、コア採取率はサンプラーの種類、掘削方法に大きく影響されることに注意しなければならない。

最大コア長は、長いほど良好なコアといえる。ここではとりあえず1 m毎の最大コア長としたが、これはコア箱収納毎コアを分断するため、1掘進長当たりの最大コア長でもよい。

RQDは岩盤の良否を表わす指数で、図2. 7のようにして求め、表2. 17のような評価が行われている。

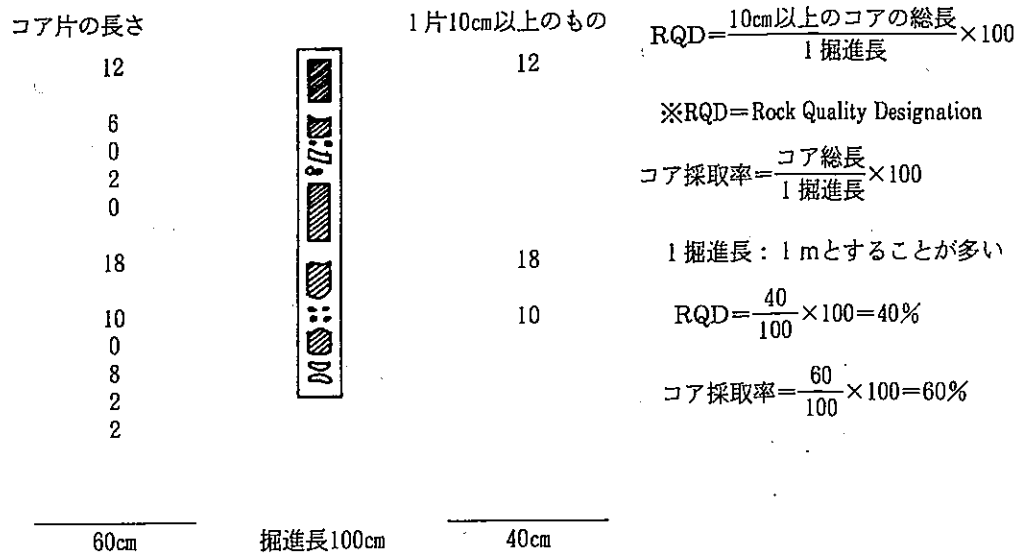


図2. 7 コア採取の状況とRQD表示との関係 (文献¹⁵⁾をもとに作成)

表2. 17 RQDと岩盤良好度¹⁵⁾

RQD (%)	岩盤良好度の表示
0~25	非常に悪い (very poor)
25~50	悪い (poor)
50~75	普通 (fair)
75~90	良い (good)
90~100	非常に良い (excellent)

一般に1m毎のRQDを求めるが、これは最大コア長と同様にコア収納箱を考慮したものであり、1掘進長当たりのRQDで表示することもある。

また日本の岩盤では10cm以上のコアは長すぎるという意見もあり、5m以上のコア比 (RQDn) を求める方法や1m毎あるいは1掘進長毎に限らず、コア形状が大きく変化する毎に求める方法も試みられている。これらの方法を取った場合は必ず方法を明示しておく必要がある。

28. 岩級区分

岩級区分については、コアの硬軟、コア形状、割れ目の状態、風化、変質、コア採取率、最大コア長、RQD等の岩盤性状をもとに行うが、分類基準は調査目的によって異なるので、それに応じた方法で記入する。なお、個々の工種、工法に対する地盤の工学的な評価を対象とした区分はある程度調査資料がまとまった後、総合的な岩級区分基準を作成し、これに基づいて行うことが多い。いずれにしても、区分に用いた岩級区分基準表を柱状図の末尾に付けておく。

前述のように岩級区分は、岩盤を総合的に判断するものであり、ボーリングコアとそれをもたらした岩盤との対比が十分でなければならない。したがって、少数のボーリングで岩級区分を行なうことはいたずらに発注者に誤解を招くことになるので、特に慎重に取り扱う必要がある。その意味で十分な試料がない時や発注者の意向がない時は記入しないこともある。

ボーリングコアによる判定基準の例を次に示す。表2. 18は花崗岩の岩盤区分例、表2. 19はトンネルにおける例、表2. 20～22はダムにおける例である。

表 2. 18 ボーリングコア観察による岩盤区分 (花崗岩の例)¹⁶⁾

区分	色 調	① 硬軟の程度	② 風化変質の程度 (細区分)	③ 割目の状態	④ コアの状態 (細区分)	備 考
A	青灰～乳灰	極硬 ハンマーで叩くと金属音。 D. Bで2 cm/min以下	き裂面ともおおむね新鮮。未風化。(A)	き裂少く, おおむね20～50 cmで密着している。	棒状～長柱状でおおむね30 cm以上で採取される。(I)	
B	乳灰～(淡)褐灰	硬 ハンマーで軽い金属音。 D. Bで2～4 cm/min	おおむね新鮮なるも, き裂面に沿って若干風化。変質褐色を帯びる。(B)	割目間隔5～15 cmを主としている。一部開口している。	短柱～棒状でおおむね20 cm以下。(II)	③④Aなるも①②がBのもの。①②Aなるも③④Bのもの。
C _H	褐灰～(淡)灰褐	中硬 ハンマーで叩くと濁音。小刀で傷つく硬さ。D. Bで3 cm/min以上	割目に沿って風化進行, 長石等は一部変色変質している。(C)	割目発達, 開口部に一部粘土はさむ。ヘアクラック発達。割れ易い。	大岩片状でおおむね10 cm以下で, 5 cm前後のもの多い。原型復旧可。(III)	短柱状なるも風化進行軟質のもの。
C _N	灰褐～淡褐色	やや軟～硬 ハンマーで叩くと軽く割れる。爪で傷つくことあり。D. Bで掘進適	岩内部の一部を除き風化進行, 長石, 雲母はおおむね変質している。(D)	割目多く発達5 cm以下, 開口して粘土はさむ。	岩片～細片(角礫)状で砕け易い, 不円形多く原型復旧困難。(IV)	軟岩で容易に砕け易いもの。
C _L	淡黄褐～黄褐	軟 極く脆弱で指で割れ, つぶれる。M. Cで掘進可	岩内部まで風化進行するも, 岩構造残し石英未風化で残る。(E ₁)	割目多いが粘土化進行, 土砂状で密着している。	細片状で岩片残し, 指で砕けて粉状。円形コアなし。(V)	破碎帯でコア一部のみ細片状で採取のもの。
D	黄 褐	軟極 粉体になりやすい。M. Cで無水掘可	おおむね一様に風化進行, マサ土化している。わずかに岩片を残す。(E ₂)	粘土化進行のためクラックなし。	土砂状 (VI)	破碎帯・粘土化帯でコア採取不可能なもの。

備考: ①②または③④が上位で③④または①②が下位ランクのときは, 下位ランクとして表示する。

D. B; ダイヤビット M. C; メタルクラウン

表 2. 19 ボーリングコアによる岩質判定例 (トンネル)¹⁶⁾

岩質区分(1)	岩質区分(2)	岩質区分(注)	① 弾性波速度 (km/sec) による判定基準					③ ボーリングコアによる判定基準 (コアの状態)
			1	2	3	4	5	
A	I	a						コア採取率は概ね90%以上で完全な柱状を呈し、ほぼ20cm以上の長さを有し、細片はほとんど含まない状態のもの。
		b						
		c						
	II	d						
		e						
B	II	a						コア採取率は概ね70%以上で完全な柱状を示さないものも有し、多少の細片を含む。コアの大半がほぼ5cm以上のものが取れる状態のもの。
		b						
		c						
	III	d						
		e						
C	III	a						コア採取率は概ね40~70%で、亀裂が多く、またくだけ易いために小さくなり、50cm以下の細片が多量に取れる状態のもの。
		b						
		c						
	IV	d						
		e						
D	IV	a						コア採取率は低下し概ね40%以下となることが多くコアは細片となるが、時には、角礫混り砂状あるいは粒土状となるもの。
		b						
		c						
		d						
		e						
E	V	a						
		b						
		c						
		d						
		e						

(注) 岩石区分 a : 変成岩 (千枚岩, 石墨片岩, 珪質石墨片岩, 石英片岩, 緑色片岩, 片麻岩, 蛇紋岩, ホルンフェルス等)
 深成岩 (斑れい岩, かんらん岩等)
 b : 古生層及び中生層 (粘板岩, 砂岩及び礫岩, 硬砂岩, 石灰岩, 珪岩, 輝緑凝灰岩等)
 c : 火山岩 (石英粗面岩, 安山岩, 玄武岩等)
 脈岩 (石英斑岩, 花崗斑岩, ひん岩, 輝緑岩等)
 深成岩 (花崗岩, 閃緑岩等)
 d : 第三紀層 (粘土質頁岩, 珪質頁岩, 砂岩及び礫岩, 石灰岩, 凝灰岩, 角礫凝灰岩, 集塊岩等)
 e : 洪積層 (ローム及び粘土; 火山砕屑物等)
 沖積層 (崖錐, 表土等)

表 2. 20 ボーリングコア鑑定についての岩盤等級区分基準 (硬質塊状岩盤)¹⁶⁾

岩盤等級	対象岩盤の一般的目的としては、新鮮な岩石のテストピースの自然乾燥一軸圧縮強度が800 kmf/cm ² 以上のもの。 新鮮岩の露頭部における岩石のハンマー打撃によって、一般に金属音が発生する。	
	岩盤の一般的性状	ボーリングコアの状態
A	岩質はきわめて新鮮で、火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子は全く風化変質しておらず、また節理はほとんど分布していない。岩盤としてはきわめて堅牢、固密である。	コアは100cm以上の棒状をなし岩質極めて新鮮で、コアの表面は非常になめらかであり、節理は認められない。(すなわち、コア箱1mにおいては、割れ目の認められないintact rockである) コアの採取率は極めてよい。
B	岩質は新鮮で、火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子はほとんど風化変質していない。また節理の分布はまばらであり、密着している。岩盤としては堅牢、固密である。	コアは40~50cm前後の長柱状が主体をなし、岩質は新鮮で、コアの表面はなめらかである。節理の分布は少なく、密着している。節理面は稀れに汚染されていることもある。コアの採取率は極めてよい。
C _H	岩質はおおむね新鮮、堅硬であるが、火成岩では造岩鉱物中、長石類および雲母、角閃石などの有色鉱物がわずかに風化変質している場合もあり、また堆積岩類では構成粒子として二次的に存在する長石類および有色鉱物がわずかに風化変質している場合もある。節理はかなり分布しており、また節理面は風化変質をうけて変色汚染されている場合が多く、ときには風化物質がうすく付着していることもあるが、一般にはおおむね密着している。岩盤としては堅固である。	コアは10~30cm前後の柱状が主体をなし、岩質はおおむね新鮮で、コアの表面はおおむねなめらかである。節理はやや発達し、節理面はしばしば淡褐色に風化変質しているが、風化変質は内部まで進んでいない。時に節理面には薄く風化物質が付着することもある。コアの採取率はよい。
C _M	岩質は一般にやや風化変質している。このうち火成岩では石英を除き、長石類および有色鉱物は風化を受け、しばしば褐色あるいは赤褐色を呈している。また堆積岩類では構成粒子として二次的に存在する長石類および有色鉱物が風化変質し、火成岩の場合と同様、しばしば褐色あるいは赤褐色を呈している。節理は開口し、しばしば粘土あるいは風化物質を挟在している。このクラスの岩石中には細かな毛髪状割れ目が多量に胚胎していることが多い。 その他、岩質は新鮮であっても、開口節理の分布が著しく、クラッキーな状態を示すものもこのクラスに含まれている。	コアは10cm前後の短柱状が主体をなし、岩片状をなす場合でも組合せると円柱状になる。岩質はやや風化変質しておりコアの表面はおおむね粗面を呈する。節理面は風化汚染され、内部まで風化が進んでいる。コアバレルからコアを抜いた時新たな割目が生じる。コアの採取率はおおむね80%以上。岩質が新鮮でも、開口節理が発達し、コア長の短いものはこの岩級に含まれる。

C _L	火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子は著しく風化を受けているために、岩石全体としても一般に褐色あるいは赤褐色を呈する。節理は開口し、粘土および風化物質の挟在が著しい。このクラスの岩石では細かな毛髪状の割れ目の分布が著しく、さらにこの割れ目に沿って風化も進んでいる。その他、岩質は新鮮であっても、開口節理の分布が著しく、石積状の産状を示すのもこのクラスに含まれる。	コアはおおむね岩片状が主体をなし、組合せても円柱状にすることは難しい。岩質は風化している為、コアの表面はザラザラし、一般に褐～茶褐色を呈する。風化変質は節理付近のみならず全体に進んでいる。コアバレルからコアを抜いた時崩壊し易い。採取率はおおむね80%以下。 短柱状コアと砂～粘土状コアが繰り返す場合もこの岩級に含まれる。
D	火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子は著しく変化を受けしばしば砂状および粘土状に呈する部分が見られる。このクラスの岩盤では節理の分布はむしろ不明瞭である。	コアはおおむね砂～粘土状を呈し、一見岩盤被覆層との区別は難しいが、相対的に締り度よい。通常の清水掘りでは、ダブルコアチューブを用いてもコア採取率は著しく悪い。

表 2. 21 ボーリングコア鑑定における岩盤等級区分要素の区分^{1) 6)}

符 号	風化状態 標準区分	岩石それ自体の硬さ		節理の分布状況			
		標準区分	目 安	節理 密 度		節理の 開口性 標準区分	節理の状態 標準区分
				標準区分	目 安 平均コア長		
○	新鮮である (節理面も風化していない)	堅固である	岩石の乾燥一軸圧縮強度 800kgf/cm ² 以上	ほとんど分布していない	60cm以上	全く間隙がない	全く風化していない
△	概ね新鮮 (節理部分だけが風化している)	おおむね堅固である	岩石の乾燥一軸圧縮強度 800kg～400kgf/cm ²	疎らである	30～60cm	殆ど間隙がない	やや風化し汚染されている場合もある
▲	風化している (節理に沿って風化している)	やや軟質である	岩石の乾燥一軸圧縮強度 400kg～200kgf/cm ²	分布している	10～30cm	若干間隙が生じる	風化汚染され、風化物質が薄く付着する
●	極めて風化している (新鮮部が認められない)	軟質である	岩石の乾燥一軸圧縮強度 200kgf/cm ²	著しく分布している	10cm以下	かみ合わない	極めて風化汚染され、粘土あるいは風化物質が著しく挟在している

表 2. 22 ボーリングコア鑑定における岩盤等級区分要素一覧表¹⁶⁾

岩盤等級	区 分 要 素				
	造岩鉱物又は構成粒子の状態		節 理 の 状 態		
	風化状態	岩石それ自体の硬さ	節理密度	節理の開口性	節理面の状態
A	○	○	○	○	○
B	○	○	△	○	○または△
C _H	○または△	○または△	▲	△	△または▲
C _M	△または▲	△または▲	▲または●	▲または●	▲または●
C _L	▲または●	▲または●	●	●	●
D	●	● 極めて軟質	(-)	(-)	(-)

29. 空 欄

空欄は、割れ目数、岩級区分の見直し、その他、組織的に区分し記載する事項等があればそれについて記入する。欄が不足すれば、記事の欄を利用して設けるとよい。

30. 孔内水位

孔内水位は、毎日の作業開始時の孔内水位を記入し、測定月日を併記する。同一水位で測定値が重なるときは、その中の最も新しい日付のものを記入する。

31. () 試験

() 試験は、ボーリング孔およびコアを利用して行った試験の解析図、求めた数値を記入する。例えば、ルジオンテスト¹⁷⁾におけるP-Q曲線およびルジオン値、あるいは標準貫入試験結果等を記入する。

32. 原位置試験

原位置試験については、31に示した試験以外のものについて、試験区間深度および試験名を記入する。

33. 室内試験

室内試験については、岩石物理・力学試験、岩石鉱物分析等の室内試験にコアを利用したとき、その試験番号と試験名及び区間深度を記入する。

34. 掘進月日

掘進月日は、日ごとの掘進区間を深度と月日で示す。

35. 掘進速度

掘進速度は、1掘進ごとの掘進区間長と実所要時間より求め記入するもので掘進に要する他の工程は含まない。

36. 孔径、孔壁保護

孔径、孔壁保護については、掘削孔径、およびケーシング、セメンテーション等の孔壁保護等を行ったときにはその方法と区間深度を記入する。

37. コアチューブ、ビット

コアチューブ、ビットについては使用したコアチューブ、ビットの種類を区間深度と併記する。

38. 給 圧

給圧は、掘進時の給圧について圧力 (MPa) または力 (kN) で記入する。

39. 回転数

回転数は、掘進時の回転数について記入する。

40. 送水圧

送水圧は、掘進時の送水圧 (MPa) について記入する。

41. 送水量

送水量は、掘進時の送水量について記入する。また、掘削水の種類 (清水、泥水、その他、および無水) について記入する。

42. 排水量

排水量は、掘進時の排水量を記入する。

38~42は必要項目について1掘進の平均値を求め記入するものとする。記入例を図2. 8, 2. 9に示す。なお、柱状図記入に当たっては、文献^{8), 18)}等を参考にするとよい。

Ⅲ. 土質ボーリング柱状図

主として土質地盤に対して行われるボーリング調査において作成する柱状図は、図 3. 1 に示すものを標準とし、その記入要領は次による。

1. 調査名

調査名を発注業務名にそって記入する。

記入例 1. 昭和61年度〇〇バイパス地盤調査業務

記入例 2. 昭和61年度〇〇水門地盤調査

2. 事業・工事名

事業・工事名等を例えば国道〇〇線△△橋梁建設工事、〇〇川△△水門建設工事のように記入する。

発注業務名からだけでは、調査対象、目的等が調査当事者以外に不明であることが多いので、事業名、工事名等を記入することとした。

3. ボーリングNo.

ボーリングNo.は、地盤情報についてのデータベースを作成し、それに入れる場合には、地質調査資料整理要領(案)⁵⁾または、その解説書⁶⁾に従って記入するものであり、特に指示のない限り柱状図作成時に記入の必要はない。

4. ボーリング名

ボーリング名は発注ボーリング名として次のように定めるので、それを記入する。

「発注ボーリング名は調査現場に為ける一連番号等によって系統的に、例えば下記のようにする。

(例) B-1, B-2……; BR-1, BR-2……、BL-1, BL-2…

…既に調査実績のある現場については、それまでの記名方法に従う。」

5. 調査位置、緯度・経度

調査位置については、調査現場の地名について都道府県、郡、市町村、地区名、番地を記入する。

緯度・経度については国土地理院 1/25000 地形図より、孔口の緯度・経度を 1 秒単位まで求め記入する。

国土基本図、その他の大縮尺地形図等があればそれをもとに 1/10 秒単位まで記入する。なお、1 秒は 1/25000 地形図上では約 1 mm の長さとなるが緯度によって異なるので地点ごとに求める。

6. 発注機関

発注機関は、建設省〇〇地方建設局〇〇〇工事事務所〇〇〇課〇〇係
〇〇〇公団〇〇支社〇〇〇建設所〇〇〇課〇〇係

の例のように記入する。

7. 調査期間

調査期間は、調査業務の開始から終了までの期日を記入する。

8. 調査業者名等

調査業者名、主任技師、現場代理人、コア鑑定者、ボーリング責任者を
必要項目について記入する。

9. 孔口標高

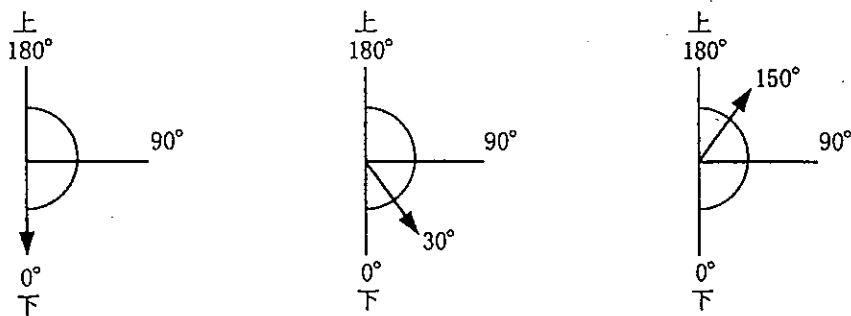
孔口標高を測量結果にもとづきT. P.あるいは工事基準面(A. P., K. P., O. P. など)で1/100m単位まで記入する。

10. 総掘進長

総掘進長は、調査対象となるボーリング区間を1/100m単位まで記入
する。

11. 角 度

角度は、鉛直線となす角度を図3. 2の例によって記入する。



鉛直下方ボーリング 下方斜めボーリング 上方斜めボーリング

図3. 2 ボーリングの角度の表示例

なお角度は孔口における掘進角度を記入し、穴曲り計測を行ったときは、
その結果を原位置試験の欄に記入する。

12. 方 向

方向については、斜めボーリングのとき記入し、掘進の方向を真北より右回り360°方位法で図3. 3の例のように示す。なお、方向は孔口における掘進方向を記入し、穴曲り計測を行ったときは、11. と同様とする。

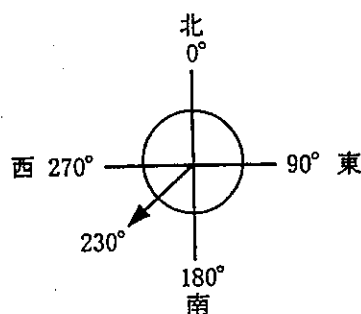


図3. 3 ボーリングの方向の表示例

13. 地盤勾配

地盤勾配は、下方ボーリングのみについて、孔口を中心に斜面上下方向各々5m程度の範囲の平均勾配を図3. 4の例のように記入する。地盤勾配は、作業能率、穴曲り等に影響するので掘進の記録として残すものである。

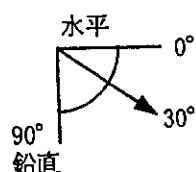


図3. 4 地盤勾配の表示例

14. 使用機種

使用機種については、試錐機、エンジン、ポンプのメーカー名、型式記号、能力について記入する。ハンマー落下用具は、トシビ、コーンプーリーまたは自動落下の区別を記入する。

15. 標 尺

標尺は、孔口を起点に、1mごとに記入する。縮尺は1/100を原則とする。

16. 標 高

標高については、19の土質区分境界ごとにその標高を記入する。斜めボーリングについても標高を求め記入する。

17. 深 度

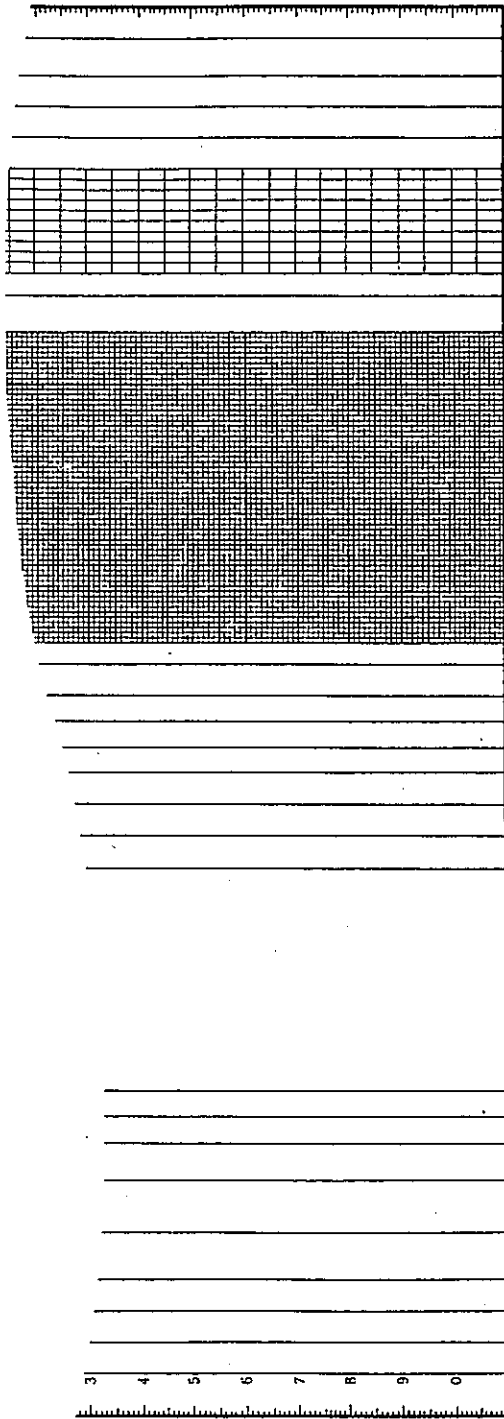
深度については、土質区分ごとにその孔口からの距離をもとに記入する。

18. 層 厚

層厚は、土質区分ごとの区間長を記入する。

19. 柱状図、土質区分

柱状図および土質区分は地盤工学会基準「地盤材料の工学的分類方法」¹⁹⁾(表3. 1, 3. 2)を考慮しつつ、図3. 5によって下記に留意し記入する。



柱状図および土質区分

第 1 分類

区分	分類名	記号
土	腐 土 (G)	●●●●
	硬 質 土 (GF)	●●●●
	砂 (S)	●●●●
	砂 質 土 (SF)	●●●●
	シルト (M)	●●●●
	粘 土 (C)	●●●●
	有機質土 (O)	●●●●
	火山灰質粘土 (V)	●●●●
	高岭土質土 (P)	●●●●

第 2 分類

区分	分類名	記号
	砂 (S)	●●●●
	シルト質土 (M)	●●●●
	粘土 (C)	●●●●
	有機質土 (O)	●●●●
	火山灰質土 (V)	●●●●
	互有混土 (B)	●●●●
	砂質、硬質土 (C)	●●●●
	砂 質 土 (S)	●●●●
	シルト質土 (M)	●●●●
	粘 土 質 土 (C)	●●●●
	有機質土 (O)	●●●●
	火山灰質土 (V)	●●●●
	互有混土 (B)	●●●●

第 3 分類

区分	分類名	記号
岩	硬 質 土 (HR)	●●●●
石	中 硬 土 (MR)	●●●●
土	軟 弱 土 (WR)	●●●●
	浮 石 (FB)	○
	浮石 (FB) (P)	○
	シラ 土 (S)	●●●●
	ス コ リ 土 (S)	●●●●
	火 山 灰 質 土 (VA)	●●●●
	コ ー 土 (L)	●●●●
	高 粘 土 (KB)	●●●●
	マ (WC)	●●●●
	土 (S)	●●●●
	土 (F)	●●●●
	泥 質 土 (W)	●●●●

試料採取方法

- ① シンウォールサンアラールによる
- ② デニゾンサンアラールによる
- ③ 貫入試験器による
- ④ フォイルサンアラールによる
- ⑤ ()による

備考

土質調査用ボーリング柱状図様式

図 3. 1 (b) 土質ボーリング柱状図様式

- ① 土質については第1分類によって記入し、必要に応じて例えば図3.6のように第2分類との組合せとする。

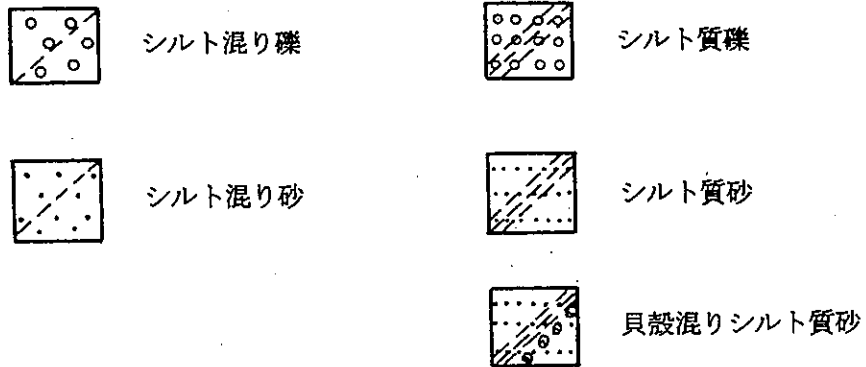


図3.6 第1分類と第2分類の組合せの例

- ② 互層については、おおよその構成比によって欄を縦割にし、図3.7の例のように記入する。



図3.7 互層の表示例

- ③ 土質のうちの特殊土、岩盤、玉石については、第3分類によって記入する。岩盤については、岩種名を岩盤ボーリング柱状図の19. 岩種区分に従って、記事の欄に記入する。
- ④ 表土、埋土、廃棄物については、第3分類を用いて記入し、記事の欄に土質材料等を記載する。

ここでの区分は肉眼判定で行う場合を示したものである。肉眼判定の場合には、地盤材料の工学的分類方法における粒度やコンシステンシーによる区分の境界をはっきりと判断することが困難であるが、表3.1に示されるように一般に〇〇質と呼ばれるものは、その含有量が多く、〇〇混りと呼ばれるものはその含有量が少ないものを指すと考えてよい。また肉眼判定では、シルトは一部の粘性土を含めて判定されることがあり、特に含水比の低い粘性土ではシルトと判定されることもある²⁰⁾ので注意が必要である。

粒度試験や液性限界・塑性限界試験を実施したときは、その結果に基づき地盤材料の工学的分類方法に従って23. 空欄に記入する。図模様は下記を参考にする。

第 1 分 類		
区分	分 類 名	図模様
土 質 材 料	礫 (G)	
	礫質土 (GF)	
	砂 (S)	
	砂質土 (SF)	
	シルト (M)	
	粘性土 (C)	
	有機質土 (O)	
	火山灰質粘性土 (V)	
	高有機質土(腐植土)(Pt)	

第 2 分 類		
区分	分 類 名	図模様
補 助 記 号	砂 質 (S)	
	シルト質 (M)	
	粘土質 (C)	
	有機質 (O)	
	火山灰質 (V)	
	玉石混り (-B)	
	砂利・礫混り (-G)	
	砂 混り (-S)	
	シルト混り (-M)	
	粘土混り (-C)	
	有機質土混り (-O)	
	火山灰混り (-V)	
貝殻混り (-Sh)		

第 3 分 類			
区分	分 類 名	図模様	
岩 石 材 料	岩 盤	硬 岩(HR)	
		中 硬 岩(MR)	
		軟岩、風化岩(WR)	
	玉 石 (B)		
特 殊 土 材 料	浮石(軽石) (Pm)		
	シラス (Si)		
	スコリア (Sc)		
	火山灰 (VA)		
	ローム (Lm)		
	黒ボク (Kb)		
	マ サ (WG)		
表 土 (Ss)			
埋 土 (FI)			
廃 棄 物 (W)			

図 3. 5 土質柱状図記号

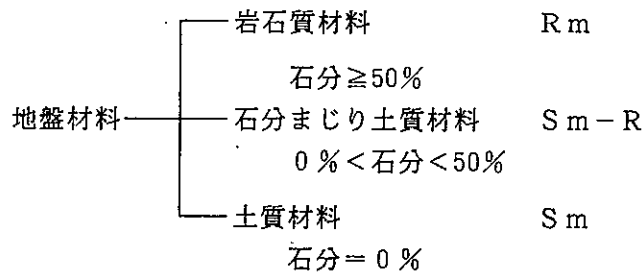
20. 色 調

色調は、明るい自然光の中で、湿潤状態で観察する。表現に用いる色は「黒、褐、赤、橙、黄、緑、青、紫、白」を基本色とし、基本色以外は基本色の組合せ（原則として2色）とする。基本色の組合せは主色の前に従色を冠する（例：青緑色…青－従色、緑－主色）。また、必要に応じて「濃」および「淡」の形容詞をつけるとともに、黒味を帯びる時は「暗」の形容詞を付ける。従色が特に微弱な時は「帯」の形容詞を付ける。礫岩など雑多な色を呈する時は、何色と何色の「雑色」、色が混じっている時は何色と何色の「斑色」とする。

このほか、赤白色は桃色、褐色は茶色等慣用的な表現を用いたときが適切なときは、それらを用いてよいこととする。

表 3.1.1 地盤材料の工学的分類方法¹⁾⁹⁾

(a) 地盤材料の工学的分類体系

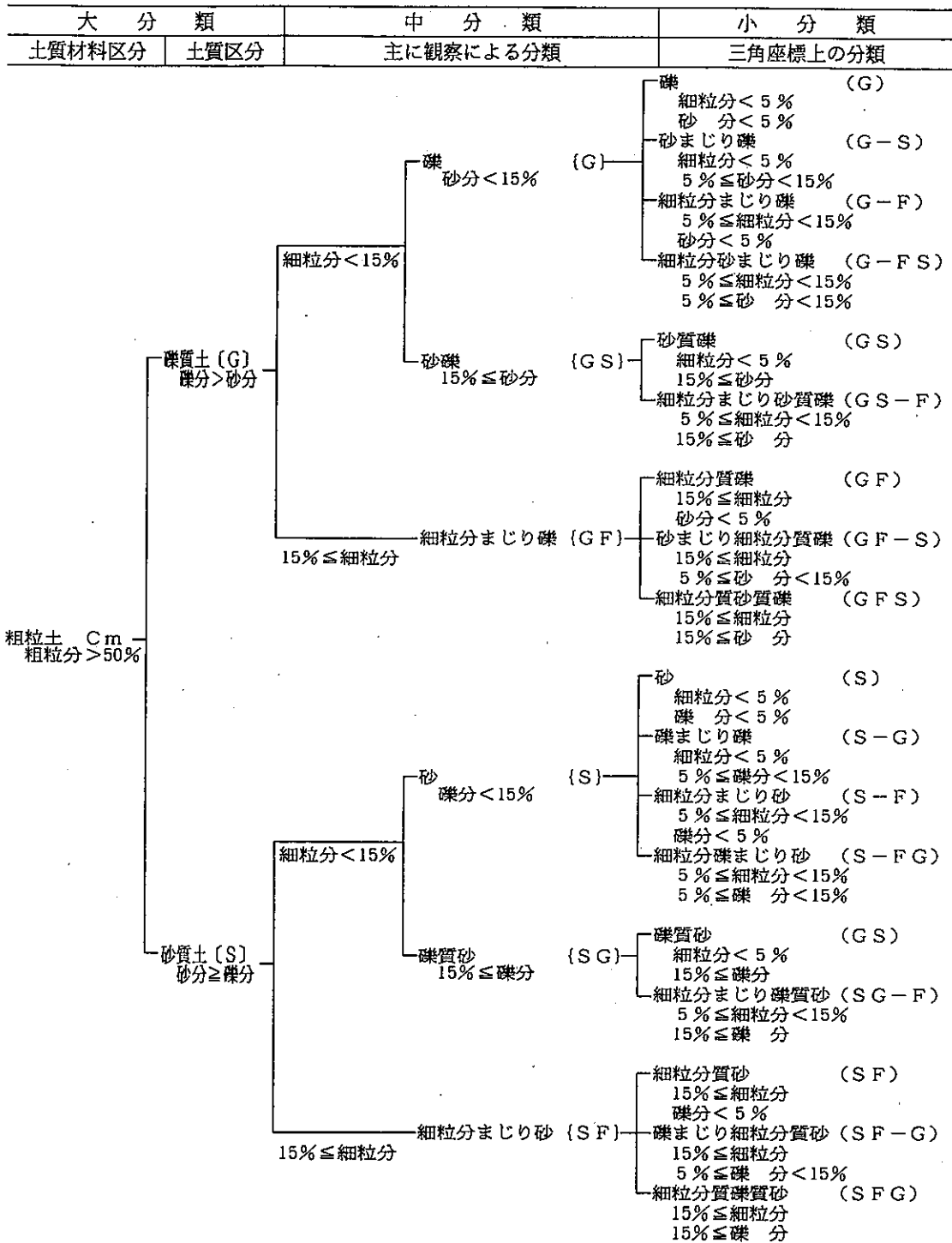


注：含有率%は地盤材料に対する質量百分率

表 3.1.2 地盤材料の工学的分類方法¹⁾⁹⁾

(b) 土質材料の工学的分類体系

(b-1) 粗粒土の工学的分類体系



注：含有率は土質材料に対する質量百分率

表 3.1.3 地盤材料の工学的分類方法¹⁾⁹⁾

(b-2) 主に細粒土の工学的分類体系

大分類		中分類		小分類	
土質材料区分	土質区分	観察・塑性図上の分類		観察・液性限界等に基づく分類	
細粒土 Fm 細粒分 ≥ 50%	粘性土 [Cs]	シルト 塑性図上で分類	[M]	W _L < 50%	シルト(低液性限界) (ML)
				W _L ≥ 50%	シルト(高液性限界) (MH)
	粘土 [C]	粘土 塑性図上で分類	[C]	W _L < 50%	粘土(低液性限界) (CL)
				W _L ≥ 50%	粘土(高液性限界) (CH)
	有機質土 [O] 有機質、暗色で 有機臭あり	有機質土	[O]	W _L < 50%	有機質土(低液性限界) (OL)
				W _L ≥ 50%	有機質土(高液性限界) (OH)
	有機質で、火山灰質			有機質火山灰土 (OV)	
火山灰質粘性土 [V] 地獄的背景	火山灰質粘性土	[V]	W _L < 50%	火山灰質粘性土(低液性限界) (VL)	
			50% ≤ W _L < 80%	火山灰質粘性土(I型) (VH ₁)	
			W _L ≥ 80%	火山灰質粘性土(II型) (VH ₂)	
高有機質土 Pm 有機質物を 多く含むもの	高有機質土 [Pt]	[Pt]	未分解で繊維質	泥炭 (Pt)	
			分解が進み黒色	黒泥 (Mk)	
人工材料 Am	人工材料 [A]	[A]	廃棄物	廃棄物 (Wa)	
			改良土	改良土 (I)	

(c) 細粒分 5%未満の粗粒土の細区分

均等係数の範囲	分類表記	記号
U _c ≥ 10	粒径幅の広い	W
U _c < 10	分級された	P

(d) 細粒分 5%以上混入粗粒土の細区分

細粒分の判別結果	記号	分類表記
粘性土	Cs	粘性土まじり○○ 粘性土質○○
有機質土	O	有機質土まじり○○ 有機質○○
火山灰質土	V	火山灰質土まじり○○ 火山灰質○○

(e) 粗粒分 5%以上混入細粒土の細区分

砂分混入量	礫分混入量	土質名称	分類記号
砂分 < 5%	礫分 < 5%	細粒土	F
	5% ≤ 礫分 < 15%	礫まじり細粒土	F-G
	15% ≤ 礫分	礫質細粒土	FG
5% ≤ 砂分 < 15%	礫分 < 5%	砂まじり細粒土	F-S
	5% ≤ 礫分 < 15%	砂礫まじり細粒土	F-SG
	15% ≤ 礫分	砂まじり礫質細粒土	FG-S
15% ≤ 砂分	礫分 < 5%	砂質細粒土	FS
	5% ≤ 礫分 < 15%	礫まじり砂質細粒土	FS-G
	15% ≤ 礫分	砂礫質細粒土	FSG

注：含有率は土質材料に対する質量百分率

表 3. 2 地盤材料の分類名と現場土質名との対応

(a) 粗粒土等

地盤材料の分類名			現場土質名				
大分類	中分類	小分類	大区分	小区分			
粗粒土等	礫質土 G	礫 (G)	礫質土	礫 (粗礫・中礫・細礫) 砂まじり礫 腐植物 (貝殻・火山灰) まじり礫			
		砂礫 (GS)		砂礫 粘土まじり砂礫			
		細粒分まじり礫 (GF)		粘土質礫 (砂礫) 有機質礫 (砂礫) 火山灰質礫 (砂礫) 凝灰質礫 (砂礫)			
	砂質土 S	砂 (S)		砂質土	砂 (粗砂・中砂・細砂) 礫まじり砂 粘土 (シルト) まじり砂 腐植物 (貝殻・火山灰) まじり砂		
		礫質砂 (SG)			砂礫 粘土まじり砂礫		
		細粒分まじり砂 (SF)			粘土 (シルト) 質砂 有機質 (火山灰質・凝灰質) 砂		
	Cm	礫質砂 (SG)			砂 (S)	砂	
					砂まじり礫 (G-S)		
		細粒分まじり礫 (G-F)			細粒分まじり砂 (S-F)		
		細粒分砂まじり礫 (G-FS)			細粒分礫まじり砂 (S-FG)		
S	礫質砂 (SG)	礫質砂 (SG)	砂質土				
		細粒分まじり礫質砂 (SG-F)				細粒分まじり礫質砂 (SG-F)	
	細粒分まじり砂 (SF)	細粒分質砂 (SF)				細粒分質砂 (SF)	
		礫まじり細粒分質砂 (SF-G)		礫まじり細粒分質砂 (SF-G)			
		細粒分質礫質砂 (SFG)	細粒分質礫質砂 (SFG)				

地盤材料の工学的分類方法における細粒分は、粘性土・有機質土・火山灰質土に細区分できる。

(b) 細粒土等

地盤材料の分類名			現場土質名			
大分類	中分類	小分類	大区分	小区分		
細粒土等	粘性土 C	シルト (低液性限界) (ML)	粘性土	砂質シルト 礫 (砂) まじりシルト 腐植物 (貝殻) まじりシルト シルト		
		シルト (高液性限界) (MH)				
	F	粘土 (C)		粘土 (低液性限界) (CL)	シルト (砂) 質粘土 礫 (砂) まじり粘土 腐植物 (貝殻) まじり粘土 火山灰まじり粘土 粘土	
				粘土 (高液性限界) (CH)		
		有機質土 (O)		有機質粘土 (低液性限界) (OL) 有機質粘土 (高液性限界) (OH) 有機質火山灰土 (OV)		
	高有機質土 (Pt)	火山灰質粘性土 (V)		火山灰質粘性土 (低液性限界) (VL)	火山灰土	ローム 凝灰質粘土 (火山灰質粘性土)
				火山灰質粘性土 (I型) (VH _I)		
				火山灰質粘性土 (II型) (VH _{II})		
	人工材料	廃棄物 (Wa) 改良土 (I)		泥炭 (Pt)	高有機質土	泥炭 黒泥
				黒泥 (Mk)		
			その他	廃棄物、改良土、瓦礫、盛土、埋土、硬質粘土、固結粘土、岩盤 (硬岩・中硬岩・軟岩)		

21. 相対密度、相対稠度

相対密度および相対稠度は、表 3. 3, 3. 4 を参考にする。

表 3. 3 砂地盤の相対密度の表現法

相対密度	N 値
非常に緩い	0~4
緩い	4~10
中ぐらい	10~30
密な	30~50
非常に密な	50以上

表 3. 4 細粒土の相対稠度区分と状態表現 (ASTM D 2488参考)

状態表現	現場における判別方法 (原位置土に対する親指試験)
軟らかい	親指をたやすく押し込める
中位	かなり力を入れないと親指は押し込めない
硬い	親指でへこませることはできるが、親指を貫入させるには大きな力を要する
非常に硬い	親指の爪はたやすく入る
固結した	親指の爪も入らない

22. 記事

記事には次のようなものを深度と共に記入するが、ボーリングの目的に応じた的確な観察を行ない、適切な記事を記入する。

① 地盤の地質年代的区分

沖積層、洪積層等

② 地盤の成因的区分

表土、崖錐堆積物、段丘堆積物、火山噴出物、土石流堆積物、泥流堆積物、風化岩および盛土、埋土、廃棄物等

③ 土質の特徴

粒度構成、礫の形態、腐植質、有機質、貝殻、含水状態等

④ 掘進作業における特記事項

23. 空欄

空欄は、その他の組織的に区分し記載する事項があればそれについて記入する。欄が不足すれば、記事の欄を利用して設けるとよい。

24. 孔内水位

孔内水位は、毎日の作業開始時の孔内水位をT. P. で記入し、測定月日を併記する。同一水位で、測定値が重なるときは最も新しい日付のものを記入する。

25. 標準貫入試験

標準貫入試験は、深度、10m毎の打撃回数および打撃回数／貫入量を記入する。N値については、折れ線グラフを用いて表わし、数値を併記する。

26. 原位置試験

原位置試験は、物理検層、孔内載荷試験等の試験について、試験深度、試験名および試験結果を記入する。なお、試験結果については、本様式が合わないときは、別途柱状図様式を作成して記入するものとする。

27. 試料採取

試料採取は、採取深度、試料番号、採取方法について記入する。

28. 室内試験

室内試験は土粒子の密度試験、含水比試験、粒度試験、液性限界・塑性限界試験、圧密試験、三軸圧縮試験等の室内試験を行ったものについて、その試験名、試験番号および区間深度を記入する。

29. 掘進月日

掘進月日は、日ごとの掘進区間を記入する。

記入例を図3. 8, 3. 9に示す。

なお、柱状図記入に当っては、文献⁸⁾, 19), 20), 21), 22), 23)等を参考にするとよい。

JVIC 様式 G-201

ボーリング柱状図

調査名 昭和61年度○○地区地盤調査業務

事業・工事名 国道○○線○○バイパス○○橋建設工事

ボーリング名	B-3	調査位置	○○県○○市○○番地	北緯	34°46'27.5"
発注機関	建設省○○地方建設局○○工事事務所○○課○○係	調査期間	昭和61年10月1日～昭和61年12月1日	東経	135°26'23.6"
調査業者名	○○○○○○○○○○	主任技師	○○○○○○○○	ボーリング責任者	○○○○○○○○
電話	○○○○○○○○	使用機種	ハンマ用機	コ定着	○○○○○○○○
孔口標高	10.00 m	地盤記号	○○○○○○	ハンマ用機	○○○○○○
総掘進量	20.00 m	方位	北 0° 西 90° 東 90° 南 180°	ハンマ用機	○○○○○○

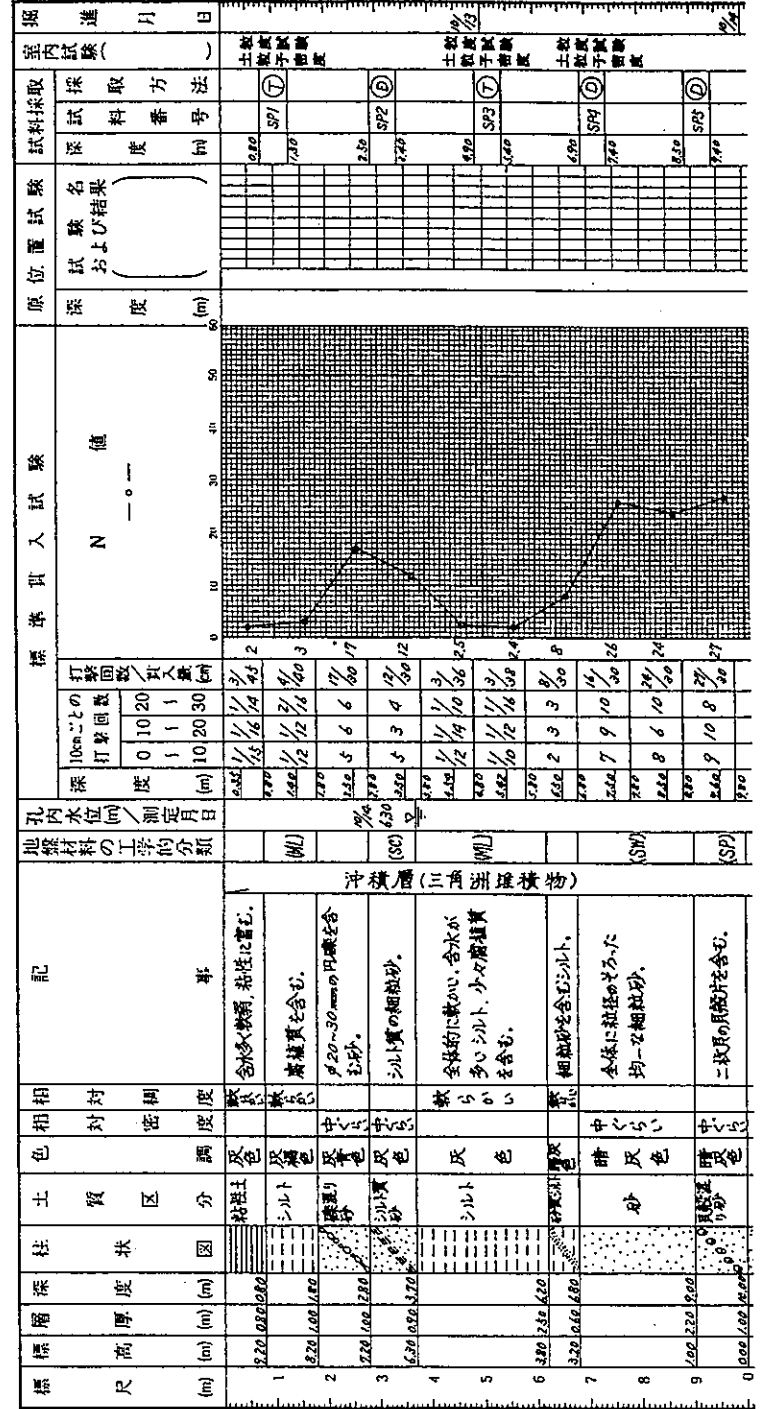


図3. 8 土質ボーリング柱状図例(1)

ボーリング柱状図
調査名 昭和61年度○○水門地盤調査業務
事業・工事名 ○○川○○水門建設工事

JACIC 様式Ge201
ボーリング地盤調査記録簿

ボーリング名	B-4			調査位置	○○県○○郡○○町○○			シートのNo.	北緯	東経
発注機関	建設省○○地方建設局○○工事事務所○○課○○係			調査期間	昭和61年11月1日～昭和61年12月25日			ボーリング責任者		
調査業者名	○○○○○○○○○○			主任技師	○○○○○○○○○○			ハンマ一落下用具		
電話	○○○○○○○○○○			使用機器	○○○○○○○○○○			ポンプ		
孔口標高	7.375 m			地盤勾配	北10° 西270° 東90° 南180°					
総掘達長	20.00 m			角	上90° 下0°					

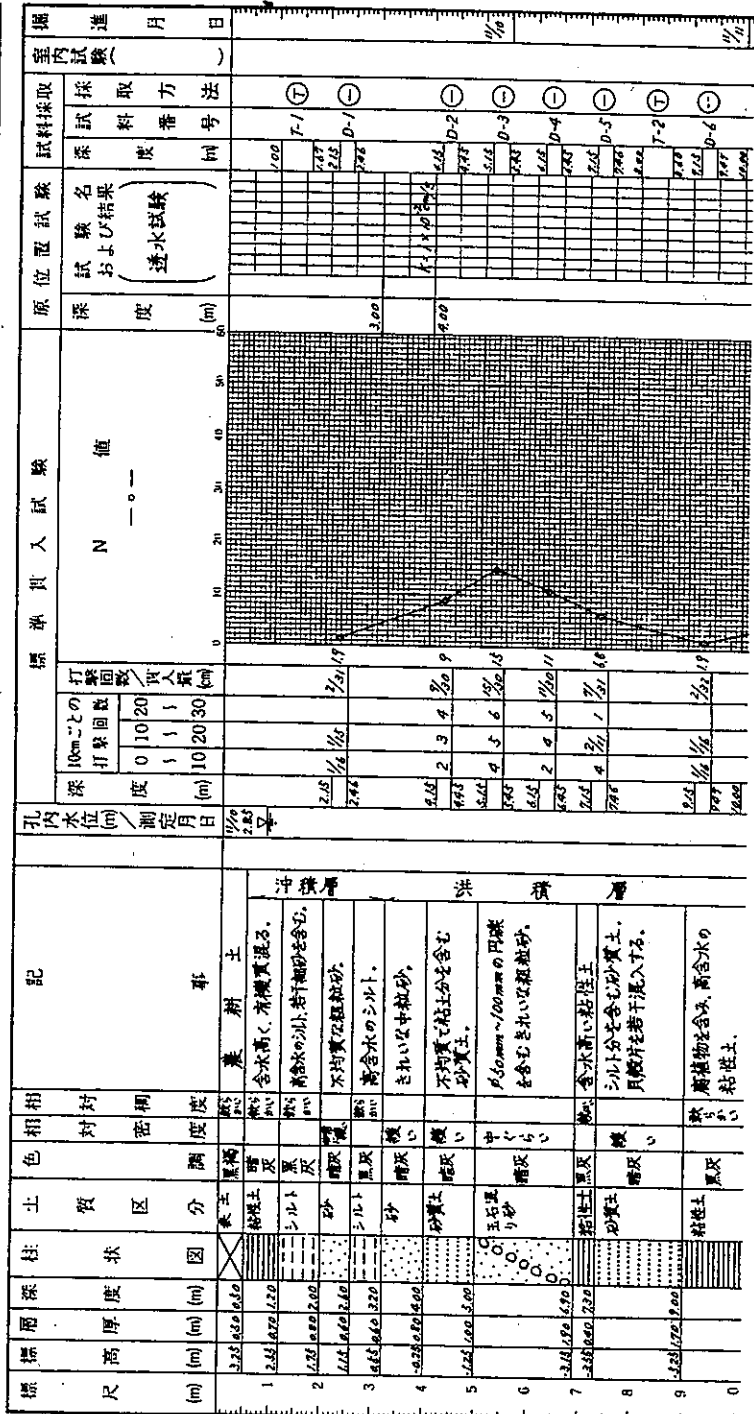


図 3. 9 土質ボーリング柱状図例(2)

IV. コアの取り扱い、保管

ここでは、岩盤ボーリングにおけるコアの取り扱い、保管法について一般的な基準を示すものであり、調査の目的等によってこれにより難しい場合はこの限りでない。

岩盤ボーリングコアは $\phi 50\text{mm}$ で採取されることが多いので、以下に示すのは、 $\phi 50\text{mm}$ の例である。その他の大きさのものは、寸法、重量等を考慮して、 $\phi 50\text{mm}$ の場合を準用する。また土質ボーリングについても、以下に述べるもので、適用できるものは準用する。

1. コア箱

(1) コア箱は、内寸法で長さ103cmとし、長さ100cmのコア5本を収納できるものとする。

(2) コア箱の記載は耐水性のインク、ペイント等を用い次のようにする(図4.1参照)。

① フタの表

調査名、ボーリング名、コア箱番号、区間深度、区間標高、調査期間、調査業者名を記入する。

② フタの裏

ボーリング名、コア箱番号、区間深度、区間標高を記入する。また調査サイトにおけるボーリング位置図等を入れると便利である。

③ 箱の側面

ボーリング名、コア箱番号、区間深度を記入する。

④ コア箱の縁板および深度記入板

コア箱の縁板にコア箱の内寸法を10等分した目盛を入れる。また、ボーリング名、コア箱番号、区間深度、深度および標高を記入する。深度記入板には1掘進長ごとの掘進深度を記入する。また、岩石試験等に利用するために、コアを抜き取ったときは、深度記入板を入れそのコア深度とサンプル番号を表示する。

⑤ 仕切板

コア箱の内寸法を10等分した目盛を入れる。

(3) 材質その他

① 材質は、合板またはプラスチック製とし、金具等も含め十分強度を有するものとする。

- ② コア箱の両端側面に、木片または掘り込み等を設けて取っ手を付ける。
- ③ コア箱のフタは、フタとコアとのすき間を小さくするため、箱状でなく一枚板とするのが望ましい。

2. コア採取とコアの収納

- (1) 掘進、コア採取にあたっては、慎重を期し、コアの破損、変形を防ぎ、採取率の向上を計る。
- (2) コアチューブよりサンプルを出すときは、長いといにあげ、正しく配列したのちコア箱に収納する。このとき、コアチューブをたたいたりコアを折ったりして、破損をしないようにする。
- (3) 連続コアでコア箱に収納できないものは、電動カッターで切断して入れる。コアをハンマーでたたき割ると、周辺部までコアが痛み、コア観察を誤らせる原因となりかねないからである。
- (4) コアチューブ引き上げごとに深度記入板を入れ、引き上げ単位を明示しておく。深度記入板は、釘で仕切板に固定しておく。
- (5) スレーキングを生じるような軟岩で、室内試験等に供する必要があるときは塩化ビニールまたはアクリルチューブ等に入れ、ビニール袋に封入するなどの処置が必要である。

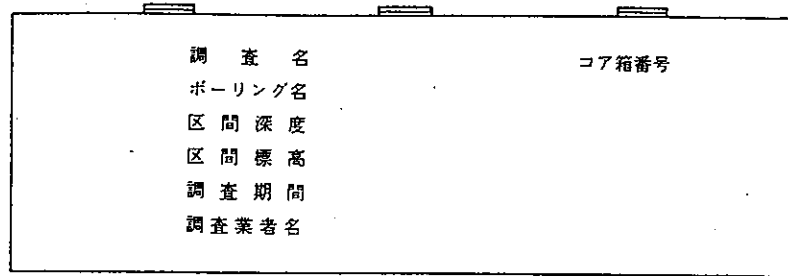
3. コア写真

- (1) コア写真は、コア収納後できるだけ速やかに撮影する。そのとき、コアは湿潤状態でコア面に垂直方向とし、カラーチャートを添え好ましい露出条件とする。
- (2) コア写真は、例えば図4. 2のように、コア写真の縮尺に合うように電子複写等で縮尺を調整した柱状図の一部に貼付すると、コア状況と記載との対比ができ便利である。

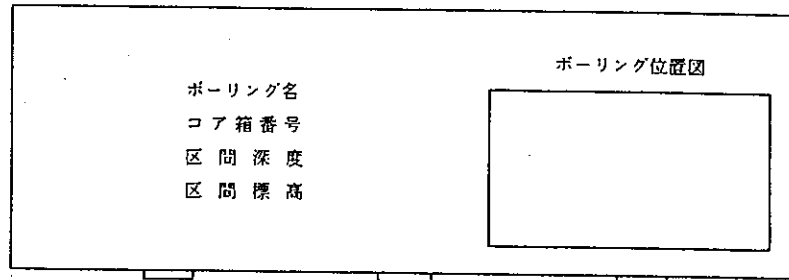
4. コアの保管

なお、事業、工事等の性格によっては、地質調査は長期にわたり、また施工、管理段階においても調査の再検討の必要性が出て来る場合もある。このようなことから、各々の事業、工事等の性格を考慮した上で、発注者はコアの保管を行う必要がある。コア箱は湿気等で老朽したりしないよう、また必要に応じて容易に取り出し、観察できるよう、棚などを使って倉庫等に保管しておくのが望ましい。

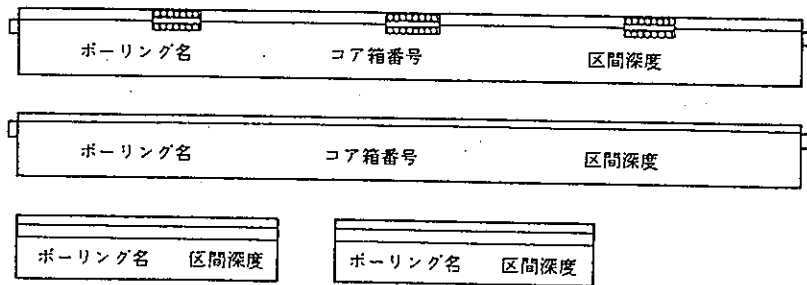
① フタの表



② フタの裏



③ 側面



④ コア箱縁板、仕切板および深度記入板

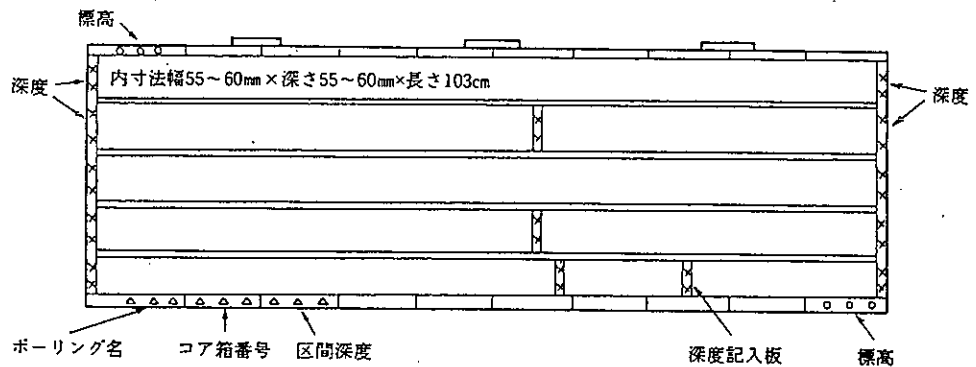


図4.1 コア箱記入例

ボーリング柱状図
調査名 昭和67年度○○原石山地質調査
事業・工事名 ○○川水系○○ダム原石山調査

JACIC 様式Ge 102

ボーリングNo	

シートNo. 2

ボーリング名	B-5	調査位置	○○県○○郡○○町○○地先	北緯	33°44'27"
発注機関	建設省○○地方建設局○○工事事務所○○課○○係	調査期間	昭和67年10月1日～昭和67年12月1日	東経	133°31'12"
調査業者名	電話()	主任技師	コシノ 隆定 技師	ボーリング 技師責任者	
孔口標高	7.2 450.00 m	方位	北 10° 東 90° 西 270° 南 180°	ボーリング 技師責任者	
総掘進長	100.00 m	傾斜	上 0° 下 0°	ボーリング 技師責任者	
		使用機種	ポンプ		

標尺 (m)	深度 (m)	柱状図	岩種区分	色	硬度	コアラ形状	割れ目の状態	変質	記	室内試験		樹進状況	
										原位置試験	() 試験	掘進速度 (m/時)	掘進日
61	0.00	ハハ	輝緑凝灰岩	赤褐色と暗緑色の雑色	C	Ⅲ	α		片状凝灰岩で、鏡面をなす極細な分層面が、潜在的に発達する。方解石の細脈をも含む面着した節理がみられる。				
62	0.20	ハハ	輝緑凝灰岩	赤褐色と暗緑色の雑色	D	Ⅳ	α						
63	0.40	ハハ	輝緑凝灰岩	赤褐色と暗緑色の雑色	C	Ⅲ	α	3	(角礫状の凝灰岩部(節理部) 片状凝灰岩				
64	0.60	ハハ	輝緑凝灰岩	赤褐色と暗緑色の雑色	D	Ⅳ	α		(角礫状の凝灰岩部(節理部) 片状凝灰岩				
65	0.80	ハハ	輝緑凝灰岩	赤褐色と暗緑色の雑色	C	Ⅲ	α		塊状凝灰岩				
66	1.00	ハハ	輝緑凝灰岩	赤褐色と暗緑色の雑色	C	Ⅲ	α		塊状凝灰岩				
67	1.20	ハハ	輝緑凝灰岩	赤褐色と暗緑色の雑色	B	Ⅱ	α	2	岩片としては硬い。雁行状の白色方解石細脈を含む面着した節理がみられる。コア箱で分離した節理で、方解石細脈ともなうものは本来面着していたものである。				
68	1.40	ハハ	輝緑凝灰岩	赤褐色と暗緑色の雑色	C	Ⅲ	α						
69	1.60	ハハ	輝緑凝灰岩	赤褐色と暗緑色の雑色	C	Ⅲ	α						
70	1.80	ハハ	輝緑凝灰岩	赤褐色と暗緑色の雑色	C	Ⅲ	α						

図4. 2 コア写真貼付例

V. ボーリングコアの見方

ここでは、特に岩盤ボーリングのコアの見方について述べる。

岩盤の調査方法としては、視覚的には踏査（マッピング）とボーリングコアの観察、物理的には各種の検層や深査、さらに各種の室内試験等がある。踏査と並行して顕微鏡観察が用いられることも少なくない。

昔からある、こうした定型化した調査が依然として問題にされるのは、主として次のような理由によるものであろう。

- a. 地質学の調査のあり方と土木地質学の調査のあり方が異なっており、地質調査に従事する技術者が合目的な調査を行うべく十分に訓練されていないこと。
- b. 土木地質学上の区分が必ずしも岩石学上の区分と一致しないこと。
- c. 構造物（堤体など）を支持する岩盤として、応力や水頭などの場の変化に対する挙動の予測に当たって、岩盤の状況を示すさまざまな指標をどのように見出し、記載するかがハードウェアとして明確になっていないこと。
- d. さまざまな情報を総合的に判断するに足るだけの詳細な記載を行うだけの余裕が無く（スペースの点からもマンパワーの点からも）、調査のかなり早い時点から情報の簡略化（取捨選択）が必ずしも意図的でなく行われていること。
- e. その結果として、皮肉にも、最終的な判断の材料の一部が欠落しているデータから調査の結論が生まれるという事態が生じかねないこと。

現今行われている岩盤の調査では、ボーリングを中心として観察的な手法が構成されており、この成果に基づいて各種の実験や試験が行われることが多いので、ここではボーリングコアの観察のあり方を再度見直すとともに、望ましい方向について触れてみたい。

1. コアの観察

構造物は地盤条件の良好なところに作られなければならないが、現今そのような箇所を得ることは容易でなく、ボーリングの重要度は今度とも更に増大するものと思われる。

ボーリングの結果は、まずフォアマンの記録（岩質、コアの状況、掘進速度、逸水、湧水、トラブル等）に基づいて、コアの観察を通じて取りまとめられる。また、技術者それぞれの見方、各種の指標の取り上げ方に

よって結果が異なり、同一社内であっても他人の柱状図が使えない（あるいは少なくともコアの見直しをしなければならない）というのが実情である。

柱状図はこの結果の総括であり、得られた情報のすべてを網羅して記載することは事実上困難であるから、この間に行われる取捨選択の適否が本質的かつ直接的に地質図の良否を左右することになる。現在では、地質条件の最終的な（あるいはこれに近い状況の）判断を下す指導・監督の立場にある者（主任技術者あるいは発注者側の責任者、場合によっては研究所等の顧問技術者）が一々コアを見て記載項目を確認するような余裕はなく、柱状図はおろか、断面図上での解釈ぐらいにまで立ち入って詳細な検討をするのがせいぜいである。従って、柱状図に誤った情報や見落とし・書き落としがあるということは致命的な欠陥となって最後までデバックされずに残るといった危険を内包している。

1-1 記載の中味と検討 —地質情報—

調査対象地区の地表踏査によって、ボーリング中に遭遇すると考えられる岩石の種類や層序上の位置は、概略として把握されており、それを基本にしてコアの観察を行うことになる。

記載事項の内容は、各種の文献に見られるようにほぼ同じ内容であって、項目自体についての議論はない。ただ、ボーリングによって得られた材料そのものの記載（生データ）と、これを判定、区分した記載（加工データ、あるいは観察者の意志というバイアスの加わったデータ）との区別が明確でないことが多く、これに区分、判定の根拠の明確でない記載が混入しており、このことが前に述べたような他人の柱状図が使えないということの原因となっているのであろう。

これは地表踏査でも同じことであり、現地で露頭で確認した岩相や破碎帯等と、図学あるいは一定の思想のもとに存在を推定したものとを区別しなければならないのと同様である。岩盤としての判定に必要な区分や、評価する際の基準については次項で述べる。

A. 掘削条件に関する記載

- ① 孔径
- ② ビットの種類
- ③ 送水圧および送水量
- ④ 漏水量および湧水量

- ⑤ 給圧
- ⑥ 掘進速度
- ⑦ トラブルの有無および処置

これらは主としてフォアマンの野帳から転記するものであって、直接的に地質を表示するものではなく、どちらかといえば後出の岩盤情報に関連するところが多いと思われるが、生データの最も基本となるものであって、コアの状況の好ましくない箇所に関連して岩盤を推定する上で重要な意味をもつほか、工事に当たっての施工法の基本方針を立てる上にも有用である。

B. 岩石に関する記載

① 岩石名、地層名

岩石名は、採取した試料を、主として肉眼鑑定によって決定して付けているが、地層名としての岩石名は、地質学的に包括的に付されていることが多く、局地的な岩相の変化までは考えていることはないので、調査対象地区に合った名称を選ばなければならない。特に破碎や変質が選択的に行われている場合や、特定の層準に弱所が偏在する場合などは、それらが明確に分かるように名称を付すことが必要である。また、火砕岩のように、斑晶と石基とから成る火山岩の特徴を示すものと、粒状の凝灰岩が混在し、これに脈岩状の貫入を伴ったりする場合は、地質学では火砕質（あるいは火山岩）コンプレックスとして処理してよいが、土木地質学ではこれらの差が工学的性質や透水性に影響していることが多く、詳細な岩石の区分や、そのための顕微鏡観察が不可欠な事例が増えてきている。反面、徒らに地質図を飾ったとしか思えない岩石区分も散見されるので、必要かつ落ちのないように鉱物学的特徴と岩石学的特徴を把握し、区別することが必要である。例えば、有色鉱物の変質に対する鋭敏性、岩石の硬さと鉱物粒子との関係といった項目が、その調査対象地区で関係づけられるとすれば、いわゆる岩石学的な記載などよりずっと有効な指標となる。

表層堆積物についてもこれに準じて記載することになるが、目的によっては、ほとんど触れられないものから、かなり詳しく記載するものまで差があるが、地すべりや崩壊を対象とする調査を除けば、

一般にはボーリングコアの記載よりはむしろ現地の踏査によってその性状を知ることが多く、ボーリングでは深さのみが重視されることが多い。

② 色 調

③ 岩相変化とその記載

調査対象地区に分布する(複数の)岩石にそれぞれ前述のように命名して、その標準的なものを定義付けと共に記載し、典型的な(岩石として典型的ではなく、この調査対象地区の岩石の典型という意味で)ものから外れるものがあればその程度と内容を記載する。これは統計でいう偏差の記載であり、統計の基本はこの偏差の記載と分析にあることから分るように、岩石の記載の真髄である。記載が漫然としている印象を受ける柱状図は、実はこの点に関して腰が据わっていないためにそのような結果を生んだものと考えて差し支えない。例えば、ある調査対象地区で自分が「凝灰角礫岩」とよんだものは、実体としてどのような岩石であり、その調査対象地区で見られるさまざまな岩相の違いが、鉱物学的・岩石学的にそれからどの位外れているかを認識して整理すべきであって、岩石名、すなわちそれが意味する岩相には幅があるという本質的な性格の蔭に隠れて、実は岩石をよく見ていなかったなどということのないようにすることが肝要である。それには付加的な性質をどのように要領よく記載するかという一語に尽きる。

④ 簡単な物理的性質

密度の大小、硬さ、靱性、といった岩片についての性質、すなわち後述する劣化作用を受けない堅硬な部分の岩石そのもの(前項の典型的な岩石)の性質と、サイトで見られる劣化の程度と分布とを明らかにすることであって、これを基準に後述の岩盤としての性質を解析してゆくことになる。

⑤ 岩石の劣化因子

ア. 割れ目

岩石と岩盤の違いのうちで最大のものはこの割れ目であるが、この負の性質をもつ因子の記載を、岩盤としての強度がわかるように行うことは実は非常に難しい。一般には、岩石としての記載のとき

にコアの大きさなどの形状として表現していることが多いが、後述の岩盤区分等に関して用いる必要があるときには、別途分かりやすく割れ目の分布を表記するのが望ましい。節理は方向性をもつものであるが、コアで三次元的な方位を知ることは不可能であるにしても、節理の組合せ（1組しかないのか、2～3組みが網状に交叉しているのか）ぐらいは分かるので、そのような状況にあれば表現しておかなければならない。割れ目の壁面の充填物についても、できるだけ節理の組合せと関連づけて記載しておくことが必要である。

イ. 変質および風化

変質および風化の程度、変質および風化作用の性格、変質・風化鉱物および（あるいは）初生鉱物との関連、特に粘土鉱物学上の記載。

ウ. 風 化

風化の程度、風化生成鉱物等の記載。

エ. コアの形状および採取不能箇所の明記

一般にはコア採取率と最大コア長、コアの形状を明示する方法がとられており、コアの形状については、棒状、岩片状、礫状、砂状、粘土状、コア採取不能、というように区別する。これらはコアパレルを回収するたびに記載することを原則とし、RQDやルジオン値を一定の長さ毎に規則的に記載するのは本来別の整理をする必要がある。また、コアにならない箇所を柱状図およびコア箱の中ではっきりさせていない事例が非常に多い。さらにコア採取率はその付近の平均的な値としてしか得られず、割れ目や破碎の著しい箇所については、特にフォアマンによる記載が大まかで役に立たないことが多い。コア採取率が低いあるいはコアが採取できないということも情報の1つであるから、その原因が何であるかをフォアマンとの意志の疎通を充分にして確認し、柱状図あるいは注釈として残しておかなければならない。

特に岩盤の透水性が問題となるところでは、ルジオン試験はもちろん必要であるが、空洞、開口クラックなどの情報は欠かすことのできない要因である。コア箱にスライムを入れて柱状図には何の注記もないのはよくない。また、コアの採取率が例えば70%であった

としても、1 mの掘進長の中に70cmのコアが連続して採取できた（特定のところに空洞があった）のか、粉碎して上がってきたものが70cm分しかなかった（このような例のときは横坑などで観察しないと実情を正しく把握するのは難しい）のかでは、その後の調査の方向が違ふこともあるので、今後はフォアマンのメモも何らかの形で資料として準備できるような体制をとることが望ましい。

⑥ 柱状図にまとめる際の見落とし

柱状図にはコアを見たときに書き留めたメモのすべてが書き込めるわけではないから、略記号化、簡略化、省略が必要となる。このとき、不注意あるいは判断の誤りから外してしまった事項は、見直しで拾い上げられることはあるにしても、かなり後の段階での手数のかかる作業となるし、大抵は柱状図と代表的なコアの議論や、地質事象の解釈の議論の中には入ってこないことが多い。特に掘進中のデータは全くといっていいほど見直しされることはないので、手戻りの生じないように、必要最小限の簡略化に止める努力が必要で、1本の柱状図に収まらなければ欄を広げたり、縮尺の異なる別図を作ったりする努力を借しなくてはならない。

1-2 記載の中味と検討 -岩盤の構成因子としての判断-

前項の地質情報は、柱状図として表現し、断面図を作成し、踏査のときに作成した平面図や断面図と合わせて地質学的解釈を行って、サイトの全体像を明らかにするためのものである。地質学上の図面を作成する際には、岩相、構造などの情報を用いて、作業仮説をたてて進めてゆくわけであるが、細かい内容を記入した柱状図があっても、その内の勘どころとなる情報が頭に入らないまま、破碎帯を単純につないだり、岩石名のみを見て対比したりしている例は意外に多い。

岩石や岩盤の持つ性質を定量化しようという試みはすでに以前から行われてきているが、それには地質学的で区分を確立することが第一であり、これを抜きにして岩級区分を行っている例が多い。地質の区分と工学的性質の区分とは、もともと立場が違う以上、一致するという事はなく、補間的な性格付けを持たせることが必要となる。例えば、地質条件が単純で一種類の岩石から構成されているサイトでは、地質の差は表には出ず、もっぱら物性の差が岩級を分ける上での指標となる（断層や

変質帯の分布は地質に左右されるけれども、それは明らかにされているとして)のに対し、生成年代を異にする多くの種類の岩石から構成されているときには、まず地質学的な注釈をはっきりさせた図面が必要で、それぞれの岩石について区分を行った後に改めて総合的な判断による区分を行うという段階をふまなければならない。ここに示すパラメータやカテゴリーの区分は、どうしても数値で表わされるものや、第一次のデータとして目に見えるものを頼りにすることになるので、いま述べたところの地質の解釈をはっきりさせなくとも区分ができないということにはならないので、安易な区分が行なわれる原因にもなっている。言い換えれば、区分の境界に当たる数値や用語は、後にも述べるとおり、対象となる構造物の種類や目的によって変わり得るものであることを十分に理解しておくことが必要であって、既存の「……による区分法」を無定見にあてただけでは区分にならないことは言うまでもない。

A. 岩石の硬さ、割れ目の頻度等の単一的パラメータ

これには、Coates (1964)²⁴⁾、Deere et Miller (1966)¹⁵⁾、Bieniawski(1974)¹²⁾等が行った岩石の硬さによる区分、Franklin et al. (1972)²⁵⁾が判断要素の1つとしている点载荷強度があり、表5. 1はその例であるが、すべてのボーリングコアについてこのような試験を行っているわけではないので、本書では表2. 2のような区分としている。

表 5. 1 一軸圧縮強度による岩質区分の例

(a) Coates (1964)²⁴⁾による区分

特に弱い (very weak)	350kgf/cm ² 以下
弱い (weak)	350~700
強い (strong)	700~1,750
非常に強い (very strong)	1,750kgf/cm ² 以上

(b) Deere et Miller (1966)¹⁵⁾による区分

表 現	一軸圧縮強度		記 号
	kgf/cm ²	PSI	
非常に強い (very high)	>2,240	>32,000	A
強い (high)	1,120~2,240	16,000~32,000	B
普通 (medium)	560~1,120	8,000~16,000	C
弱い (low)	280~560	4,000~8,000	D
非常に弱い (very low)	280>	4,000>	E

(c) Bieniawski (1974)¹²⁾による区分

表 現	一軸圧縮強度	点荷荷強度
	(MPa)	(MPa)
非常に強い (very high)	>200	>8
強い (high)	100~200	4~8
普通 (medium)	50~100	2~4
弱い (low)	25~50	1~2
非常に弱い (very low)	1~25	<1

本書では割れ目の頻度はコア形状で表し柱状図の上で表 2. 5 のように表示することになっている。また、Deere et al. (1970)²⁶⁾ は表 5. 2 のように割れ目の間隔から区分を行っている。古くは Deere et al. (1996)¹⁵⁾ が割れ目の頻度の逆数であるコア長を採用したRQDを考えて以来、多くの研究が行われている。

表 5. 2 間隔による割れ目の区分²⁶⁾

表 現	割れ目の間隔	岩 盤 の 表 現
非常に広い (very wide)	>3m	一体の (solid)
広い (wide)	1~3 m	塊状の (massive)
やや狭い (moderately close)	0.3~1 m	ブロック状 (blocky)/層状 (seamy)
狭い (close)	50~300mm	割れた (fractured)
非常に狭い (very close)	<50mm	砕けた (crushed)

B. 岩盤としての指標

割れ目の頻度、状況、変質の程度などを数量化して岩盤としての評価を行う試みは、

- ・対象となる岩盤全体のうちの力学性（あるいは施工性）の分布を定性的に知ろうという目的、
 - ・対象となる岩盤の各々の区分の力学性を定量的に知ろうという目的、
- の2つを意図して進められてきている。

岩盤が本質的に岩石と不連続面とから成っており、岩盤の力学的性質は一義的にはこの2つから定義されるほか、劣化状況や不連続面の性質がこれに加味されるものと考え、各々の因子をカテゴリーに分類して総合的に評価する方法が開発されている。

① RQD

岩盤の状況をボーリングコアから定量的に判断する試みはすでに行われてきており、最初のもは割れ目の頻度あるいは割れ目の間隔をパラメータとするものであり、例えば1 ft当たり1以下のものは岩盤として良好、4～6のものはやや劣るとしている（Deere et al., 1966）¹⁵⁾。

これを進めて、RQD（Rock Quality Designation）というパラメータが提唱されている。Deereの定義に従えば、4 in(10cm)以上の長さのコアの和と掘進長との割合を%で表したものであり、図5. 1のように示されている。

RQDも割れ目の頻度も、コアの中にある割れ目に支配されるものであり、すでに岩盤の中にあつた割れ目と一緒に掘進中にできた割れ目をも数えることになり、フォアマンの技量によっては低い値がでるおそれがあるが、掘進にできた割れ目を区別して除くことは困難であると述べている。また、RQDを正確に求めるには、コアは少なくとも直径50mm以上で、内管の共回りのないスイベルタイプのダブルコアチューブを使うべきであるという意見もある（Bieniawski, 1974）¹²⁾。さらに、割れ目の頻度と個々の割れ目の密着度との間には関係はないが、一方、岩盤の評価には節理の開口の度合いと節理面との状況が強く影響するので、この点については評価できないことになる。

RQDと割れ目の間隔との関係は図5. 2に示してあるが、もともとRQDは塊状岩盤には適用しやすいが、層状岩盤には適用し難く、また、割れ目が著しい方向性をもつ場合はボーリングの方向によって極端に異なった値を与えることにもなるので、一律にRQDだけで岩盤を評価するわけにはゆかない。

② 土研方式

岩石の硬さ、割れ目の間隔、割れ目の状態などをパラメータにしてカテゴリー区分を行い、これらを組み合わせることによって岩盤として評価しようとするものである（岡本・安江、1966）²⁷⁾。この方によれば、割れ目に関する情報がボーリングコアにと実際の岩盤（例えば横坑や堅坑での観察結果）とでは異なる可能性があるため、ボーリングコアにいきなりこれをあてはめるのは問題があり、横坑などでの判断をも採り入れてカテゴリーを定め、ボーリングコアに引き直して用いるのが望ましい。

この区分の利点は、対象とする調査地点の地質条件の特徴を示す項目を指標に選べること、地点毎、対象（基礎地盤、透水性など）ごとに、特性に応じた分類が出来ることにあるが、その裏返しとして、ある調査地点の区分が必ずしも他の調査地点に適用できるわけではないこと、指標の選び方などを誤ると正しい評価ができないこと、という問題もある。

この方式による区分の例を表5. 3に示す。

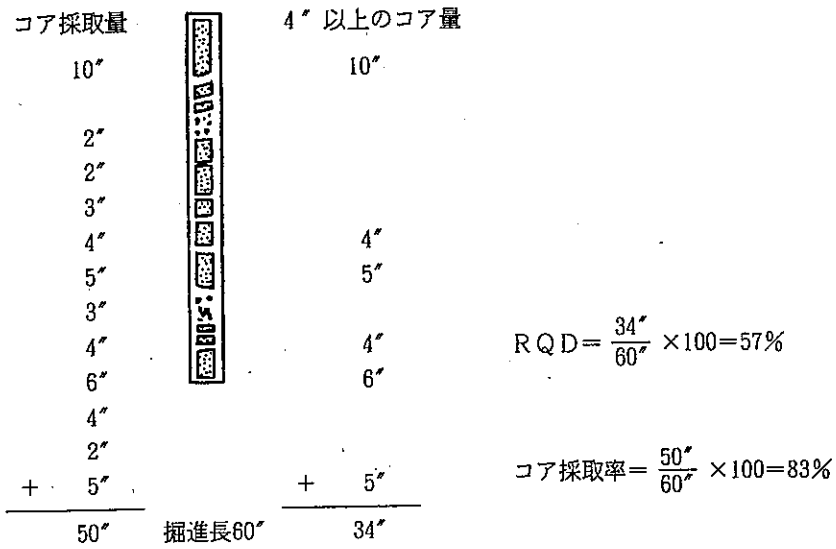
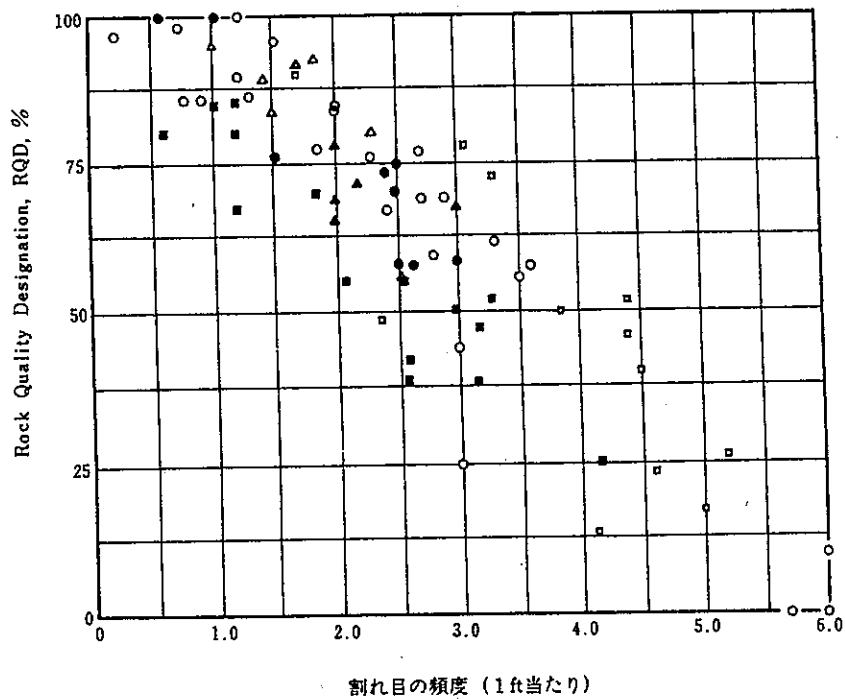


図5. 1 コア採取の状況とRQD表示との関係¹⁵⁾



Climax Stock

- トンネル側壁, Ⅱ節理
- △ トンネル側壁, Ⅰ節理
- NXコア

NXコア

- Dworshakゲム, 花崗片麻岩
- ▲ John Day玄武岩
- Hackensackシルト岩

図5. 2 RQDと割れ目の頻度との関係¹⁵⁾

表 5. 3 土研方式の岩盤分類²⁷⁾

(a) 岩盤の区分基準

(a)下笠ダム (花崗岩・安山岩の例)			(b)裾花ダム (凝灰角礫岩の例)		
区分要素	細区分	内 容	区分要素	細区分	内 容
岩塊の硬さ	A	堅 硬	硬 さ	A	堅 硬
	B	一部堅硬、一部軟質、全体にやや軟質		B	中程度あるいは硬軟入り混じる
	C	軟 質		C	軟 質
割れ目の間隔	I	50cm以上	割れ目の間隔	I	50cm以上
	II	50cm～15cm		II	50cm～15cm
	III	15cm以下		III	15cm以下
割れ目の状態	a	密 着	角礫の量 比	a	50%以上
	b	開 口 状		b	50～20%
	c	粘土をはさむ		c	20%以下

- (注) 1) ハンマーで火花が出る程度
 2) ハンマーで強打して1回で割れる程度
 3) ハンマーでくずせる程度
 4) ここでの数値は一例であり、現場条件で異なる。
 5) 概算 1 m²中の面積比

(b) 岩盤の評価 (下笠ダム)

評価区分	評 価	細 区 分 の 組 合 せ
(A)	良 好	A I a, A I b, B I a, B I b
(B)	やや良好	A I c, A II a, A II b, B I c, B II a, B II b, C I a
(C)	やや不良	A II c, C I b, C I c, C II a, C II b
(D)	不 良	残りの組合せ

③ RQD*

RQD (Deere et al., 1996)¹⁵⁾ は、1 m という長さのボーリングコアの中に含まれる 10 cm を超えるコアの長さの部分というパラメータで岩盤の性質を表しているのに対して、Priest et Hudson (1976)²⁸⁾ は割れ目の分布そのものから岩盤の質を表現しようと理論を展開した。彼らは、統計的に見れば割れ目は不規則でポアソン分布をしているものと見なし、次式によって RQD* を定義した。

$$RQD_t = 100 e^{-\lambda t} (\lambda t + 1) \dots\dots\dots(3)$$

ここに、λ : 1 m 当たりの平均不連続面数

t : 岩盤を評価する際の閾値

もし、t に Deere et al. によるものと同じ 0.1 m をとれば、式

(3)は次のようになる。

$$RQD^* = 100 \cdot 0.1^\lambda (0.1\lambda + 1) \dots\dots\dots(4)$$

DeereのRQDでは良好な岩盤のほとんどが100%近くなるので、閾値を任意にとれる(例えば30cm)ことにより、大規模な掘削面を作る場合などの評価は有用であろう。

ただし、この方法は統計理論が基礎となっているだけに、対象区間の長さは λ の少なくとも50倍をとらなければ式そのものが成立せず、例えば平均割れ目間隔が10cmなら5m以上の区間の岩盤に対して成立する値となり、全体的に岩盤を評価する目的以外の、例えば柱状図上での微視的な表現にはあまり適切ではない。また、ボーリングコアに適用するには、礫状のコアの部分の割れ目が正確に数えられるか、また数えるとしてどのように数えるかは言及がなく、未解決と言わざるを得ない。ただ、RQD*を区間的なある種のパラメータとして使うことは不可能ではなく、割れ目が全区間にわたってポアソン分布をしていると割り切れればRQDと同様な取扱いをしてもよいということになる。このときは割れ目の数を数えるだけでよいから、手順としては楽であるが、破碎された部分のコアの数え方については定式がない。

2. コアの見方と評価についての問題と展望

これまでに、主として岩石と岩盤の見方について、最近提唱された手法を取り上げながら述べたが、残されている問題に触れながら、あるべき方向について考えてみたい。

2-1 対象による見方の差

岩石と岩盤の区分と判定は、究極的にはサイトの決定から工事の施工法の選択に資するためのものであるから、常にこれらの目的とするところがどこにあるかを意識したものでなければならない。また、トンネルの場合のように、岩盤区分がそのまま施工法から概算にはねかえるものや、ダムの場合のように、サイトの決定のための岩盤の総合評価から、そのサイトの問題点の指摘にとどまり、積算までには間や差があるものまでを、一律に扱うことは必ずしも適切とは言えない。言い換えれば、対象によって評価基準を変えなければならない。ボーリングコアや岩盤の調査で、これらのすべてを意図した記載を行うことは、初めに述べた

ように事実上不可能に近いから、比較的早い段階から対象を絞り込んでおくことが必要となろう。例えば、ダムサイトの選定、不良岩盤対策、透水性の改良、設計のための基礎の評価、原石山の評価という多くの局面があり、集めるべき生データは同じものであっても、問題となる点と問題の重さとが異なっているから、観察と判定の結果の表現は、当然のことながら変えなければならない。すなわち、最もクリティカルな検討項目から順次クリティカルでないものへ向けて、重み付けが必要となってくる。原石山の岩石区分もダムサイトの岩盤区分もすべて電研方式（田中の方法）で片付けている事例が非常に多いのは遺憾ながら事実である。また、対象となる評価項目によっては意図的に判定基準を変更して評価を行う事をも採り入れてゆくことが必要である。特に原石山の区分は、発破、リッピング、破碎という、地質技術者にとって経験の浅い分野であり、早急にこうした技術とのリンクを作ることが望まれる。実際面から見ても、材料プラントのメーカー（機械業者）は、横坑などから採取した僅か1～2 m³の試料から破碎プラントの設計を行うので、本格的に掘削が始まったときに条件が違って手戻りを生じた例も少なくないので、地質の方から一步進んで積極的な情報を提供するように努めなければならない。

ただし、判定や区分の基準を、対象を変えて何通りも作っておくことは、いたずらに煩雑になるばかりで得策とは思えないから、担当技術者がそれぞれの場で役に立つ判定ができるようにするためには、どのような項目をどういうところで区分すればよいかという問題を常に意識しており、それに対する解答を出せるように訓練されていなければならないであろう。

2-2 コアの観察、判定の問題と今後の問題

これまでに述べたとおり、現在一般に（最も普通に、あるいは特定の項目に目的を絞り込んだ調査の場合を別にして）行われているコアの観察は、必ずしも満足のゆくものではない。ここでは、今後解決してゆく必要のある問題とその方向について、述べてみることにする。

A. 地層名（地質学的区分による名称）を付けることのは非

地層名はその地方に分布する地層（層序あるいは地史的に扱う場合の火成岩を含む）の年代学的な位置を示すものであるから、年

代の異なる、あるいは層序単元の異なる岩石が同時に分布するときには、岩石名だけで表示することより有効であるが、あるサイトで得られた物性値が同じ地層名のつく他のサイトの岩石と同じととられる危険もある。本来、地層名は、広域的調査の成果（資料として入手することが多い）を、狭いサイトにおける岩石の分布上の特性を知る上で利用するものであるから、地質単元が明らかになった時点ではその使用を再考しなければならない性質のものである。よくサイトで「〇〇層は固いが××層は軟らかい」という言い方をしますが、これはどちらも岩石名からは同じものしか分布しないときには許されようが、岩石として異なったものが存在するときには調査地点で決めた岩石名を使うほうが正しい表現ができる。蓋し、地層名はその調査地点を含むもっと広い範囲での地質単元の時間的前後関係や相互作用の有無を予め明らかにするために使う語であり、物性の違いを表わすための用語ではない。また、地層名で物を言うと、ただでさえ観念的な地質表現が一層観念的になる傾向があるので、地質学的区分と工学的区分を混同するような表現は避けるべきであろう。

B. 複雑な地質条件の調査地点が増えてきたこと

地質条件の良好な調査地点は比較的単純な地質構成であって、せいぜい2～3種の岩石（地質単元）が単純な相互関係をもって分布しており、破碎帯等の構造線も数少なく、かつ明瞭に追跡ができるものであった。地質単元が多く複雑な調査地点は、それだけ地質環境の混み入ったところで形成されたもので、その分だけ条件も良くないことが多い。このような調査地点では詳細な岩相や構造の対比が必要で、岩相や小規模な断層を詳しく記載して細区分を行う。これを改めて大きくまとめて構造を明らかにし、明快に地質単元を表示することが最も重要である。それは大構造を明らかにしなければならないこともあり、断層の条線の解析によって明らかになることもある。しかし、こうした小構造の持つ意味を十分に検討し理解しないで地質のストーリーを作って、漫然とそれに合わせた解釈も多く例えば小断層の方位を見て断裂の方向を求め、それを使って岩盤の中の割れ目の方向性を想定して、そのまま設計に進んで、構造物

から地盤にかかる剪断応力について検討をしているような、実証のない仮定に基いたレポートが少なくない。

C. 数量あるいは物性値にこだわりすぎるごと

物理検層、孔内原位置試験など、ボーリング孔を利用して物理量を求める技術は、最近になって著しく進歩し、これらの値を解釈・加工して直接に岩盤の工学的性質に言及する例が増えている。また、コアの採取が困難あるいは破片状のコアしか得られないときにはボアホールテレビを利用するなど、近代機器を使った調査成果が多い。また、コアを採取してもRQDで記載を済ませ、割れ目の分布、方向性、切り合いの新旧、割れ目の中の物質などを詳しく観察していない柱状図が増えてきている。岩盤区分法はRQDを重視しているものが多いが、マスとして岩盤を見るときに割れ目は重要な意味も持っているものの、RQDほど直截的に解釈も表現もできないうえ、多少の見落としがあってもそれが設計・施工にそのままクリティカルに反映するものでもないのが岩盤の特徴でもあるので、これを等閑視してしまうことにもなるのだが、今後は割れ目を定量的な岩盤表示に生かせるように研究を進めることも重要である。

D. ボーリングの技術が向上していること

ボーリングの技術は最近目立って向上している。もちろん、フォアマン1人1人のことであるから、上手下手のばらつきは大きい。不良岩盤であっても、すでに数本のボーリングでそのサイトの岩盤の癖を会得したフォアマンが注意深く掘削すれば、初めはスライムしか上がらなかったものが、ほとんど100%近いコア採取率をあげることは普通のことであり、コアの採取を良くすることがまず第一に必要である。また、ダブルコアチューブの内側に薄いビニール製の筒を装着することによってコア詰まりをなくして、割れ目の非常に多いコアを原形に近い形で採取する技術も開発されている。あるいは、76mmではコアが破片状でしか得られなかったときに、同じフォアマンに116mmで掘らせたところ、ほとんど乱れていないコアを100%近く上げたこともあり、こうした新しい試みや大口径ボーリングの利用などによって、コア観察の実を挙げるのが大切である。このようにすれば、岩相変化の境界がわからないなどという柱

状図は出てこなくなり、断面図や解釈がはるかに精度の高い、信頼性の置けるものとなる。要は、コア採取率が高められたときに、地質技術者がそこからどれだけのものを読み取れるかという問題に帰着することになり、再三述べているように、詳細な記載と特徴の抽出という能力をいかに涵養するかという点に立ち帰ることに他ならない。

E. 変質の状況が重要な因子となってきたこと

特にグリーンタフ地域のように、調査地点で遭遇する岩盤が変質作用を受けているときは、岩盤の不規則な劣化が生じており、変質の程度、分布、岩盤に与える悪影響を評価しておく必要がある。変質作用は主として鉱業や窯業に関連する分野で研究されているが、われわれが現場で遭遇するものは変質の程度が低く、その方面の関心をひくようなものではない。このため、鉱業や窯業の関係者の知識を直接援用することは困難であるが、変質鉱物や変質の程度の組み合わせを詳細に記載しておくことによって、ボーリングが数多くなってきたから慌てて見直すことのないように予め備えることができる。変質鉱物はさほど数多いわけでもなく、変質の仕方も類型化が可能であるが、鉱物学の知識は一段と重要になる。少なくとも変質がみとめられる調査地点では顕微鏡観察によって鉱物種とその賦存の状況を把握し、必要に応じてX線解析などのデータを使って初生鉱物と変質鉱物との関係を明らかにしておく努力が必要である。

F. コア観察図の作成

コア箱に収納されたコアを、野帳を手に観察し、それを柱状図にまとめるのがこれまでの一般的なやり方であった、これは全体として良好な岩盤（Bクラス程度以上）の中の不良箇所を記録し、その方向性や力学的な挙動の予測に用いることを目的としたものであって、あたかも電研方式の岩盤区分が実はC_Hクラス以上の岩盤の記載に向いていることと同様な性質をもっている。従って、最近のように、Cクラスの岩盤が主体となるサイトでは、従来のような欠点の拾い出しという形のコアの記載では不足であり、落ちのないコア観察をするために必要なある種のメモ（野帳と柱状図の中間のもの）を作成することが、解釈に必要な重要なポイントの見落としや、

それに起因する手戻りをなくすために要求されることになる。そのためには、既に行われているようなコア写真の添付だけではなく、柱状図の中にコアの割れ目の状況のみを拾ってスケッチしたり、粘土化した部分や風化部分の状況を図式化して表示を行ったりする、といった方法も使われている。コア観察表を作成し、最低限度必要とされる項目を落ちなく見ることと、観察者によって結果が違ってくるのをなくすことができる。

これを更に進めて、統一的なコア観察の基準の必要性を主張する人もあるが、これを強調するとともに属地性と個別性の強い局地的な地質調査には統一基準は馴染まないとする見方もでてくる。

しかし、柱状図にまとめるに当たって必要な項目をリストアップし、それを観察者がどのように判定して記録し、あるいは記録しなかったかを明らかにしておかなければ、冒頭に述べたように、コア箱をすべて掘って最初から見直すところまで戻らなければならず（ある箇所の記載のあいまいなところを確かめようとするれば、結局全部のコアを見直すことになってしまうことが往々にして起きている）。記載にあたって、事実の記述と解釈というバイアスをできるだけ分けておけば、後になって別に新しい指標を利用して見直すとするときにも、以前の記載と交錯するようなことは防げるだろう。現在見られる柱状図には、実はコアを見ながらでないといえないといったものが非常に多い。

3. まとめ

ボーリングコアの記載も、地質調査のマッピングも、本質的には同じ行為であるが、対象の大きさ、三次元的な位置などに差異がある。特に岩相の横への変化をボーリングコアから読み取ることは難しい。また、地質の考え方が原則として下位→上位と物を見る（層序としても、1つの岩体としても）のに対し、ボーリングでそのような調査を行うのは一般に得策ではないし、経費の面からも行われたいことの方が多い。したがって、ボーリングコアを見る以前に必須のこととして、周辺の地表踏査を行って、岩相変化、中構造等を把握しておくことが挙げられる。地表踏査では、地質図を作るといふより露頭の状況の詳細な記載を行い、それをボーリング柱状図に結びつけて、断面図を作るための資料を得ることを目的として行う

べきであり、別途業務として作成された既存の地質図や断面図に安易にあてはめてはならない。

岩盤を表示するさまざまなパラメータは、ダム的基础岩盤をとってみれば、工事のときの諸数値との関連がつかめないものが未だに多く（例えばRQDとルジオン値とセメント注入量）、トンネルの場合のように設計数値と直接に結びつかないので、岩盤としての区分やコアの記載もそこまで詳しくは行われていない。今後の方向として、工事に直結する表現を要求されることになるのか、正確な地質状況を把握するための表現を目的とするのか、といった2通りの方向が考えられるが、少なくともコアの記載に当たっては後者を志向すべきであろう。前者はさらに地質の解析を経て作成されるべきものであって、解釈の要素がさらに重みを増すものと思われる。いずれにしても、最近見られるような事実と解釈の混在した記載や、自分だけにしかわからない注釈的な記載をなくすことが第1である。